



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES

Trabajo Fin de Máster

Una propuesta de Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora
de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad

Estudiante

Clara M. Quintal Cortés

clara.quintal@estudiante.uam.es

Director

José Antonio Macías Iglesias

j.macias@uam.es

Madrid, Octubre de 2014

Agradecimientos

Con todo mi cariño, para mis padres que hicieron todo en la vida para que pudiera lograr mis metas, por motivarme y ayudarme en todo momento, a ustedes por siempre mi sincero agradecimiento, especialmente a mi madre que aun en la distancia, ha sido mi ejemplo de esfuerzo constante.

También reconozco que este trabajo, no hubiera sido posible sin la guía, apoyo y ayuda incondicional de mi tutor José A. Macías, al cuál admiro y agradezco profundamente.

Finalmente agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), así como al Consejo de Ciencia, Innovación y Tecnología del Estado de Yucatán (CONCIYTEY), por haberme otorgado la financiación necesaria para realizar mis estudios de Maestría, los cuáles han contribuido en gran medida a mi formación profesional y desarrollo personal.

La realización del presente trabajo, ha sido posible gracias a la subvención del proyecto TIN2011-24139 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación, y del proyecto S2009/TIC-1650 financiado por la Comunidad de Madrid.

“El desarrollo de software debe ser una disciplina realizada con responsabilidad, no ponemos seguir contaminando el mundo con buenas ideas inútiles.”

Resumen

Actualmente, la calidad en el proceso de desarrollo de cualquier producto, toma una importancia relevante que influye notablemente en el producto final que se desarrolla y que permite determinar si un proceso es mejor o peor que otro. El desarrollo de sistemas interactivos, no es una excepción. En general la calidad de un sistema, está relacionada con la calidad del proceso utilizado para su desarrollo. Sin embargo, la importancia de la Usabilidad y la Accesibilidad en el proceso de desarrollo de software se considera generalmente al final del producto y no como un elemento inherente e incluyente durante el transcurso de su desarrollo. No basta, con pensar en el usuario e intentar diseñar las aplicaciones teniéndolo en mente. Para realizar un verdadero Diseño Centrado en el Usuario (DCU), debemos incorporar a los usuarios en el proceso de desarrollo de sistemas y cambiar la forma de enfocar el desarrollo de software utilizando una base metodológica que nos indique cómo proceder.

Generalmente las empresas de desarrollo de software, buscan que el proceso de desarrollo de sus productos goce de cierto nivel de calidad acreditable, utilizando modelos de madurez, entre los cuales destacan: ISO 9001, ISO 15504 (SPICE), el Modelo de Madurez de Capacidades (CMM), el Modelo de Madurez de Capacidad de Personas (PEOPLE CMM) y el Modelo de Madurez de Capacidad Integrado (CMMI). Estos modelos permiten establecer márgenes de competencia basados en la mejora de los procesos de desarrollo de software y en el incremento de la productividad, bajo la eficiencia y la calidad. Sin embargo, estos modelos no contemplan un nivel adecuado de aseguramiento de la Usabilidad y Accesibilidad – características necesarias para el logro de la calidad del software.

A pesar de la existencia de algunas propuestas de modelos de madurez para el desarrollo de software centrado en la usabilidad como: el modelo Corporate Usability Maturity de Jakob Nielsen o el modelo Usability Maturity Model Process (UMM), la mayoría de los modelos de madurez existentes, no contemplan la accesibilidad en conjunto.

Partiendo de estas premisas, este trabajo plantea una propuesta de Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad (MODECUA), así como la aplicación de un caso de estudio para su validación, con el objetivo de determinar el nivel de madurez y calidad del proceso de desarrollo de software centrado en el usuario, a partir de la medición de atributos de Usabilidad y Accesibilidad, algo que no ha sido abordado ampliamente y que ha permitido corroborar las hipótesis de partida en las que está basada la investigación realizada.

Palabras Clave: Estándares Internacionales; Modelo de Proceso; Modelo de Calidad; Modelo de Madurez y Capacidad; Usabilidad; Accesibilidad; Ergonomía; Desarrollo de Software; Diseño centrado en usuario; Sistemas interactivos.

Abstract

Nowadays, the quality of the development process of any product takes a more relevant importance that greatly influences the final product that is developed and determines if one process is better or worse than another. The development of interactive systems, is not an exception. Often, the quality of a software product is related to the quality of the process used for its development. However, the importance of Usability and Accessibility in the software development process, is generally considered at the end of the product and not as an inherent and inclusive element during the development. Trying to design applications only by having the user in mind, it's not enough. To create a real User Centered Design (UCD), we must incorporate users in the system's development process and must change the way to approach software development, using a methodological basis to tell us how to proceed.

Often, the Software Development Companies are looking to achieve a level of quality in the development process of their products, using Maturity Models as: ISO 9001, ISO 15504 (SPICE), Capability Maturity Model (CMM), People Capability Maturity Model (PEOPLE CMM) and Capability Maturity Model Integration (CMMI). These models, allow to establish margins of competition based on improving software development processes and increasing productivity in efficiency and quality. However these models don't provide an appropriate level of usability and accessibility assurance, features required to achieve the software quality.

Although, there are some proposals of maturity models for the development of a software centered on Usability as: Corporate Usability Maturity Model of Jakob Nielsen or Usability Maturity Model: Process (UMM), most of the existing maturity models, don't provide the Accessibility issues at the same time.

Based on this premises, this work presents a proposed Model for the Determination of Capacity Process Improvement centered on Usability and Accessibility (MODECUA) and the implementation of a case study for validation, with the aim to determine the maturity level and quality of the software's development process centered on the user, based on the measurement of the attributes of usability and accessibility, something that has not been studied extensively and has corroborated the several hypothesis on which the conducted research is based.

Keywords: International Standards; Process Model; Quality Model; Capability and Maturity Models; Usability; Accessibility; Ergonomic; Software Development; User-Centered Design; Interactive Systems.

Tabla de contenido

Agradecimientos	I
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Capítulo 1: Introducción	1
1.1 Definición del problema	1
1.2 Hipótesis de partida	2
1.3 Metodología del Trabajo.....	3
1.4 Solución de la propuesta.....	3
1.4.1 Principales aportaciones del trabajo	5
1.4.2 Aportaciones al proceso HCD	6
1.4.3 Aportaciones a la escala de capacidad.....	17
1.4.5 Ventajas y Desventajas.....	19
1.4.6 Aspectos no Cubiertos y Limitaciones	20
1.5 Estructura del Trabajo.....	21
Capítulo 2: Estado del Arte.....	22
2.1 Mapping Study.....	22
2.1.1 Tema de investigación	22
2.1.2 Fuentes de información.....	22
2.1.3 Objetivo.....	23
2.1.4 Objetivos específicos del análisis.....	23
2.1.5 Cadena de búsqueda.....	23
2.1.6 Filtrado de Resultados.....	24
2.2 Trabajos anteriores	26
2.3 Discusión sobre Usabilidad y Accesibilidad.....	28
2.3.1 La Usabilidad.....	29
2.3.2 La Accesibilidad	30
2.3.3 La Usabilidad y la Accesibilidad.....	32
2.4 Modelos de calidad y madurez existentes	33
2.4.1 ISO 9001	33
2.4.2 CMM (Capability Maturity Model)	35
2.4.3 People CMM.....	37
2.4.4 CMMI (Capability Maturity Model Integration)	39
2.4.5 ISO 15504 SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination).....	42
2.4.6 Corporate Usability Maturity: Jakob Nielsen (CUM)	44
2.4.7 Usability Maturity Model: Processes (UMM)	45
2.4.8 Corporate UX Maturity (CUXM)	48
2.4.9 Keikendo Maturity Model (KMM).....	50
2.4.10 Accessibility Maturity Model (AMM)	52
2.5 Comparativa de modelos de calidad y madurez existentes.....	54
Capítulo 3: Propuesta.....	56
3.1 Introducción.....	56
3.2 Estructura del Modelo.....	57
3.2.1 Normativa Base	58
3.2.1.1 ISO 9241-210:2010.....	59

3.2.1.2 ISO 9241-20:2008.....	60
3.2.1.3 ISO/TR 18529:2000.....	63
3.2.1.4 ISO SPICE 15504.....	68
3.3 MODECUA.....	73
3.3.1 Estructura del Proceso HCD.....	73
3.3.2 Estructura de la Escala de Capacidad Propuesta.....	76
3.4 Descripción detallada del Modelo.....	81
3.4.1 Proceso de Diseño centrado en el humano (HCD).....	82
3.4.2 Escala de Capacidad (U+A SPICE).....	114
3.5 Medición cualitativa y cuantitativa de la Usabilidad y Accesibilidad.....	139
3.5.1 Evaluación cualitativa del cumplimiento del Modelo.....	140
3.5.2 Evaluación cualitativa de las directrices de usabilidad y accesibilidad.....	150
3.5.3 Evaluación cuantitativa de la calidad de uso.....	152
Capítulo 4: Validación.....	159
4.1 Caso de Estudio.....	159
4.2 Aplicación del modelo al caso de estudio.....	160
Capítulo 5: Conclusiones y Trabajo futuro.....	169
5.1 Conclusiones principales.....	169
5.2 Líneas de continuidad futuras.....	172
Bibliografía.....	173
Anexo1.....	175
Anexo 2.....	178

Índice de Tablas

Tabla 1 Productos de trabajo aportados	17
Tabla 2 Resultados de la búsqueda	23
Tabla 3 Ejemplo de aplicación de criterios de selección.....	26
Tabla 4 Grupos de discapacidad en España 2008	31
Tabla 5 Criterios de comparación de modelos	54
Tabla 6 Comparativa de modelos de madurez	55
Tabla 7 Actividades de diseño centrado en el humano ISO 9241-210.....	60
Tabla 8 Proceso de accesibilidad ISO 9241-20.....	61
Tabla 9 Diseño del sistema centrado en el humano	67
Tabla 10 Niveles de Capacidad ISO 15504.....	71
Tabla 11 Escala de evaluación	71
Tabla 12 Valoración de atributos del proceso	72
Tabla 13 Estructura de procesos y actividades HCD	76
Tabla 14 Estructura U+A SPICE	81
Tabla 15 Valoración de atributos del proceso U+A SPICE	140
Tabla 16 Calificación de la evaluación	141
Tabla 17 Valor total del nivel.....	143
Tabla 18 Atributos de evaluación de Usabilidad y Accesibilidad.....	151
Tabla 19 Características de la calidad de uso.....	154
Tabla 20 Métricas para calcular la calidad de uso del sistema.....	155
Tabla 21 Instalar el sistema.....	156
Tabla 22 Agregar la información de un nuevo contacto	157
Tabla 23 Resumen de las tareas	157
Tabla 24 Procesos y actividades Empresa X.....	161
Tabla 25 Productos de trabajo Empresa X.....	161
Tabla 26 Resultados de aplicación del modelo	165

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Modelo de sistema de gestión de calidad	34
Ilustración 2 Niveles de madurez CMM	36
Ilustración 3 Niveles y áreas de proceso P-CMM	38
Ilustración 4 Niveles de madurez CMMI	41
Ilustración 5 Niveles de capacidad ISO 15504	43
Ilustración 6 Estructura del modelo UMM.....	46
Ilustración 7 Niveles de madurez Corporate UX Maturity	49
Ilustración 8 Estructura del modelo Keikendo Maturity Model.....	51
Ilustración 9 Integración de las normas y aportaciones del modelo.....	57
Ilustración 10 Estructura del modelo	58
Ilustración 11 Estructura del proceso de diseño centrado en el humano.....	63
Ilustración 12 Estructura U+A SPICE	76
Ilustración 13 Fases RUP	159

Capítulo 1: Introducción

Este capítulo, plantea los fundamentos principales que dan soporte a la investigación realizada. La sección 1.1 describe el problema que da origen al tema de estudio, así como las razones por las cuales el tema de investigación se ha desarrollado. En la sección 1.2, se describen las hipótesis de partida que dan origen a la investigación, las cuales serán comprobadas a lo largo del desarrollo del presente trabajo, como se detalla en la sección 1.3. En la sección 1.4, se describe la solución propuesta con las aportaciones del trabajo, los objetivos perseguidos, ventajas y desventajas, así como también los aspectos no cubiertos y limitaciones de la investigación. Finalmente la sección 1.5 presenta la estructura de todo el trabajo.

1.1 Definición del problema

El número de empresas de desarrollo de software, ha crecido exponencialmente en los últimos años, en especial es notable el crecimiento de pequeñas y medianas empresas de desarrollo de software. Sin embargo, muchas de estas empresas experimentan carencias en la adopción de un modelo de madurez que logre optimizar sus proceso de desarrollo de software centrado en el usuario, con el objetivo de reducir errores, revisiones y tiempo de implementación, lo que merma al mismo tiempo una mejor experiencia de usuario que conduzca a la satisfacción del cliente.

La mayoría de estas empresas, enfocan sus esfuerzos en lograr la calidad de sus productos, así como en alcanzar la satisfacción de sus clientes, sin considerar que la calidad de sus productos y la satisfacción de sus clientes se alcanza mejorando y procurando la calidad en sus procesos [1]. Para lograr la satisfacción del cliente, se hace necesario que las empresas adopten un enfoque centrado en el usuario, que incorpore e incluya la participación del usuario e involucrados en todo el ciclo de vida del proceso de desarrollo de software y no solamente al final, debido a que el producto debe estar enfocado desde su concepción a satisfacer las necesidades y requerimientos de los usuarios y clientes.

Al incluir el enfoque centrado en el usuario en todo el ciclo de vida del proceso, no solamente se logra la satisfacción del cliente sino también se consigue minimizar esfuerzos, reducir cambios futuros, ahorrar costes, mejorar tiempos de implementación, soporte y mantenimiento del sistema, entre otras ventajas que se verán más adelante en la sección 1.4.2. También es imprescindible, para alcanzar la calidad del proceso considerar la incorporación de las dos características fundamentales de la calidad del software: la Usabilidad y Accesibilidad, como elementos inherentes e incluyentes durante todo el ciclo de vida del desarrollo del sistema [2].

Tanto la Usabilidad como la Accesibilidad, están ampliamente extendidos. Sin embargo, hasta la fecha, no existe un modelo de procesos o estándar formal completamente aceptado y adoptado que describa detalladamente guiando paso a paso la integración de los atributos de Usabilidad y Accesibilidad necesarios en los procesos de desarrollo y diseño

de software de la empresa, así como que sea capaz de determinar el nivel de madurez y calidad alcanzada por la implementación exitosa de dichos procesos.

Actualmente, el número de modelos y estándares se ha incrementado exponencialmente, dando lugar a un panorama confuso para cualquier empresa que requiera utilizar un modelo para la evaluación y mejora de sus procesos de desarrollo de software. Esta dificultad es aún mayor, cuando la empresa carece de la guía necesaria para la selección e implementación del modelo adecuado.

Se impone por tanto, la necesidad de crear una propuesta de modelo de madurez para procesos centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad, que ayude a estas empresas a alcanzar los beneficios esperados y aumentar su competitividad en el mercado, incorporando a los usuarios e involucrados en todo el ciclo de vida del proceso de desarrollo de sistemas y cambiando la forma de enfocar el desarrollo de software, utilizando para ello una base metodológica que indique cómo proceder [3].

Partiendo de estas premisas, este trabajo plantea una propuesta de Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad (MODECUA). El objetivo es ayudar a las empresas a incluir de manera guiada y sistematizada el enfoque centrado en el usuario en el desarrollo de software, permitiendo mejorar y determinar la calidad en sus procesos y tomando en consideración las dos características específicas de calidad – la Usabilidad y la Accesibilidad, para lograr la calidad de sus productos y la satisfacción de sus clientes.

1.2 Hipótesis de partida

Considerando la problemática planteada en la sección 1.1, éste trabajo se apoya en las siguientes hipótesis de partida:

H₁: No existen trabajos académicos anteriores, que resuelvan la problemática enunciada a través de un modelo de madurez formal completamente aceptado y extendido que permita determinar y mejorar la calidad de los procesos centrados en la Usabilidad y Accesibilidad.

H₂: Los modelos de madurez existentes centrados en el usuario, carecen de la inclusión de la Usabilidad y la Accesibilidad en conjunto, lo cuál impacta en gran medida en la calidad de los productos resultantes del proceso, debido a que la Accesibilidad al igual que la Usabilidad representan un atributo imprescindible para alcanzar la calidad [3]. Además los modelos de madurez existentes, carecen de una prescripción específica y detallada de actividades, productos de trabajo, atributos del proceso y prácticas de gestión, que guíen para alcanzar la calidad y madurez del proceso, así como de métodos de evaluación cuantitativos y cualitativos que midan la calidad del proceso.

H₃: Es posible proponer un Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad (MODECUA), que ayude a las empresas a asegurar y gestionar la inclusión del enfoque centrado en el usuario en todo el

ciclo de vida del desarrollo del software, por medio de la integración de directrices y técnicas de Usabilidad y Accesibilidad, que ayuden a alcanzar la calidad y madurez necesaria en los procesos.

1.3 Metodología del Trabajo

La metodología del presente trabajo, se estructura de forma tal, que el desarrollo del estudio permite corroborar sucesivamente cada una de las hipótesis de partida, planteadas en la sección 1.2.

Para corroborar la hipótesis de partida H_1 , se realizó en la sección 2.1, un estudio sistemático de la literatura existente en las librerías bibliográficas formales y medios convencionales, a través de una búsqueda exhaustiva de los modelos de madurez para procesos centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad.

Continuando con el estudio de modelos, se analizó a detalle y se comparó a través de atributos definidos, en base a aspectos importantes que deben incluir los modelos de madurez existentes centrados en la Usabilidad y Accesibilidad [3], con el objetivo de comprobar si los modelos de madurez encontrados incluyen actividades de Usabilidad y Accesibilidad en conjunto y así comprobar la hipótesis de partida H_2 .

Para finalizar, en el Capítulo 3 se describe la solución propuesta, la cual incluye una serie de actividades específicas de Usabilidad y Accesibilidad y una escala de capacidad para la evaluación del modelo, así como también se proporcionan herramientas de evaluación para ayudar a medir la calidad del modelo propuesto. Finalmente, se comprueba la viabilidad del modelo MODECUA, a través del caso de estudio descrito en el Capítulo 4, corroborando la hipótesis de partida H_3 .

1.4 Solución de la propuesta

De acuerdo a la definición del problema expuesta en la sección 1.1 y la hipótesis de partida definida, este trabajo plantea la creación de un modelo de madurez que permita incluir y medir las dos características específicas de calidad: la Usabilidad y la Accesibilidad en los procesos de producción de software centrado en el usuario, así como determinar su nivel de madurez correspondiente y comprobar la viabilidad del modelo a través de la aplicación de un caso de uso específico. El modelo de madurez propuesto está basado en las normativas: ISO15504 [4,5], ISO 9241-210 [6], ISO 18529 [7] e ISO 9241-20 [8].

El desarrollo del presente trabajo parte de la búsqueda exhaustiva de modelos de madurez centrados en Usabilidad y Accesibilidad existentes, a través de la técnica Systematic Mapping Study (SMS) [9] descrita más adelante en la sección 2.1, con el objetivo de comprobar la hipótesis de partida H_1 y H_2 .

La solución propuesta consiste en el desarrollo del Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad

(MODECUA), el cual toma de base los 7 procesos de diseño centrado en el humano (HCD) pertenecientes a la normativa ISO 18529, los cuales son: HCD.1 Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema, HCD.2 Planificar y gestionar el proceso de diseño centrado en el humano, HCD.3 Comprender y especificar el contexto de uso, HCD.4 Especificar los requisitos de usuario y la organización, HCD.5 Producir soluciones de diseño, HCD.6 Evaluar el diseño frente los requisitos y HCD.7 Introducir e implementar el sistema.

Con el propósito, de centrar los procesos HCD en prácticas de Usabilidad y Accesibilidad, se les agregó 8 actividades nuevas, las cuales son: **HCD.1.6** Comunicar la estrategia del sistema, **HCD.4.1** Identificar y documentar las necesidades de los usuarios e involucrados, **HCD.4.2** Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios, **HCD.4.9** Garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad, **HCD.6.7** Modificar las soluciones de diseño en base a las evaluaciones centradas en el usuario y la retroalimentación, **HCD.6.8** Comunicar la solución de diseño a los responsables de la implementación, **HCD.7.7** Dar seguimiento de la evaluación a largo plazo y **HCD.7.8** Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario, basadas en las actividades del diseño centrado en el humano de la normativa ISO 9241-210, así como en el proceso de accesibilidad de la normativa ISO 18529 y en la normativa ISO 15504-7. También, se adecuó 9 actividades basadas en la normativa ISO 18529, las cuales son: **HCD.2.1** Asegurar y fomentar la participación de los involucrados, **HCD.2.3** Seleccionar pautas, métodos y técnicas centradas en el humano, **HCD.3.2** Identificar y documentar atributos y características significantes de usuarios, **HCD.4.6** Definir el uso y la accesibilidad del sistema, **HCD.4.7** Generar requisitos de usuario y la organización, **HCD.5.4** Utilizar el conocimiento existente para desarrollar soluciones de diseño, **HCD.5.5** Especificar el sistema y su uso, prestando especial atención a las consideraciones de usabilidad y accesibilidad, **HCD.5.6** Desarrollar prototipos, **HCD.6.3** Evaluar los prototipos con usuarios, que tengan características que representen al grupo de usuarios objetivo para mejorar el diseño, adecuándose a las normativas ISO 9241-210 e ISO 9241-20, así como se modificó el nombre de 8 actividades basadas en la normativa ISO 18529, las cuales son: **HCD.4.3** Identificar y documentar los objetivos del sistema, **HCD.4.4** Identificar roles de los involucrados, **HCD.4.8** Generar un conjunto de objetivos de calidad para el uso del sistema, **HCD.5.2** Desarrollar un modelo de tareas, **HCD.5.3** Analizar opciones de diseño, **HCD.7.1** Implementar la gestión del cambio, **HCD.7.3** Personalizar el diseño y **HCD.7.5** Dar soporte a usuarios.

Las actividades del proceso de diseño centrado en el humano, usan y generan productos de trabajo que pueden ser de muchas formas como: piezas de información, documentos, hardware, software, cursos de formación, la sensibilización en las personas, entre otros. Derivado de la integración, modificación y adecuación de las actividades del proceso HCD, se integró al modelo 128 nuevos productos de trabajo, los cuales se describirán más adelante.

Estos procesos y actividades de diseño centrado en el humano, tienen el objetivo de incluir buenas prácticas de calidad, usabilidad y accesibilidad al proceso de desarrollo de software

para producir sistemas centrados en la calidad, usabilidad y accesibilidad que mejoren la experiencia y satisfacción del usuario.

Para la evaluación del cumplimiento y calidad de los procesos HCD, se desarrolló la escala de capacidad U+A SPICE, tomando de base los 6 niveles de capacidad de la normativa ISO 15504, los cuales son: Nivel 0. Proceso Incompleto, Nivel 1. Proceso Realizado, Nivel 3. Proceso Establecido, Nivel 4. Proceso Predecible y Nivel 5. Proceso Optimizado. Estos niveles de madurez se alcanzan, a través de la evaluación del cumplimiento de sus 5 atributos del proceso (PA), los cuales son: **PA2.1** Atributo de integración del enfoque centrado en el usuario, **PA.3.1** Atributo de gestión del enfoque centrado en el usuario, **PA.4.1** Atributo de implantación del enfoque centrado en el usuario, **PA.5.1** Atributo de rendimiento del enfoque centrado en el usuario y **PA.6.1** Atributo de optimización del enfoque centrado en el usuario, que son calificados en base al cumplimiento de las prácticas 10 de los atributos (AP) y de sus requisitos (RP), que se detallarán más adelante.

Debido a la necesidad de asegurar y determinar el nivel de calidad del modelo, la presente propuesta, proporciona herramientas de evaluación cualitativa y cuantitativa, con el objetivo de ayudar a determinar, el grado de cumplimiento del sistema resultante de la implementación exitosa del modelo MODECUA con las directrices de Usabilidad y Accesibilidad, así como el grado de calidad de uso del sistema.

Finalmente, como método de validación del modelo propuesto, se realizó la aplicación del modelo a un caso de estudio, evaluando el proceso de desarrollo de software perteneciente a una empresa real, a través de la escala de madurez propuesta U+A SPICE, donde se evaluó cada proceso, actividad y producto de trabajo de la empresa, con el apoyo de evidencia significativa. Derivado de esta validación y desarrollo de la solución propuesta, se comprueba la hipótesis de partida H_3 . A continuación, se detallan todas las aportaciones de la presente propuesta.

1.4.1 Principales aportaciones del trabajo

Para plantear las principales aportaciones del trabajo, se ha considerado dividir en tres categorías, dependiendo del área a la que contribuye y aporta el modelo:

- 1. Organización:** El modelo de madurez MODECUA, esta enfocado principalmente a ayudar a las Organizaciones en la mejora de sus procesos, por lo cual aporta grandes beneficios cualitativos y cuantitativos en esta área, como la satisfacción de usuarios y clientes con el sistema, la reducción de pruebas y mantenimiento necesario para el sistema, el incremento de la aceptación del producto en el mercado, así como la reducción de costes de soporte y mantenimiento, entre otras.
- 2. Usuarios:** El modelo, tiene como enfoque principal satisfacer las necesidades y requerimientos de usuarios asegurando que sean contemplados en todo el proceso, así como garantizando que el sistema cumpla y supere sus expectativas. Es indispensable para el modelo, lograr la inclusión de usuarios con diferentes

limitaciones en el proceso de desarrollo de software para procurar la adaptación del sistema a sus necesidades y requerimientos.

3. **Investigación:** El trabajo aporta al campo de la Investigación, el análisis de modelos de madurez existentes que puede ser utilizado y ampliado para posteriores estudios. La propuesta contribuye también, demostrando claramente que es posible utilizar el conocimiento existente para crear, innovar y aportar una solución integral que mejore una necesidad en particular, ya que en general, el campo de la investigación se enfoca en la creación e innovación sin considerar que se puede hacer uso efectivo del conocimiento existente para el logro del fin.

La principal aportación de este trabajo al campo de la Investigación, es una considerable y viable propuesta de modelo de madurez para procesos centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad, la cual puede ser ampliada y mejorada con la finalidad de adaptarla a los procesos particulares de desarrollo de software de las Organizaciones.

En general, el modelo de madurez MODECUA contribuye en gran medida al sector empresarial, así como al campo de la investigación, ya que en ambos aporta grandes ventajas y beneficios tangibles. A continuación, se destallarán las aportaciones del trabajo al proceso HCD y a la Escala de capacidad.

1.4.2 Aportaciones al proceso HCD

Este trabajo integra 25 aportaciones al proceso de Diseño centrado en el Humano de la normativa 18529, de las cuales 8 corresponden a nuevas actividades agregadas al modelo, 9 corresponden a adecuaciones de las actividades y 8 corresponden a modificaciones de los nombres de las actividades, además de la integración de 128 nuevos productos de trabajo, como se describe a continuación.

En el proceso HCD.1 Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema, se realizó la siguiente aportación:

Nuevas actividades

1. Se agregó la actividad “*HCD.1.6 Comunicar la estrategia del sistema a todos los involucrados*”, basada en la escala de madurez para las organizaciones de la normativa 15504-7, que especifica la importancia de actuar para garantizar una comunicación eficaz con respecto al rendimiento de los procesos, a través de una clara asignación de responsabilidades y autoridades a las partes involucradas.

En el proceso HCD.2 Planificar y gestionar el proceso de diseño centrado en el humano, se realizaron las siguientes aportaciones:

Adecuación de actividades

1. Se adecuó la actividad “*HCD.2.1 Asegurar y fomentar la participación de los involucrados*”, que estaba basada en la actividad HCD.2 Incluir a los involucrados de la normativa 18529, adecuándose a la normativa ISO 9241-210, que especifica que la participación de los usuarios e involucrados en el diseño y desarrollo de software, ofrece una valiosa fuente de conocimiento, por lo que debe ser activa en todas sus etapas.
2. Se adecuó la actividad “*HCD.2.3 Seleccionar pautas, métodos y técnicas centradas en el humano*”, que estaba basada en la actividad HCD.2.3 Seleccionar métodos y técnicas centradas en el humano perteneciente a la normativa ISO 18529, adecuándose a la actividad del procesos de accesibilidad: Producir soluciones de diseño prestando especial atención a las consideraciones de accesibilidad perteneciente a la normativa ISO 9241-20.

Es importante mencionar, que se conservó el orden de los procesos HCD.3 Comprender y especificar el contexto de uso y HCD.4 Especificar los requisitos de usuario y la organización, como se especifica en la normativa ISO 9241-210, ya que la normativa ISO 18529 tiene invertido el orden de estos procesos.

En el proceso HCD.3 Comprender y especificar el contexto de uso, se realizó la siguiente aportación:

Adecuación de actividades

1. Se adecuó la actividad “*HCD.3.2 Identificar y documentar atributos y características significantes de usuarios*”, que estaba basada en la actividad HCD.4.2 Identificar y documentar los atributos significantes de usuarios perteneciente a la normativa ISO 18529, adecuándose al proceso de accesibilidad: Entender y especificar el contexto de uso, prestando especial atención a la variedad de características de los usuarios y el impacto de tarea, equipo y las características del entorno que afectan la accesibilidad de la normativa ISO 9241-20.

En el proceso HCD.4 Especificar los requisitos de usuario y la organización, se realizaron las siguientes aportaciones:

Nuevas actividades

1. Se agregó la actividad “*HCD.4.1 Identificar y documentar las necesidades de los usuarios e involucrados*”, basada en la práctica: Identificar las necesidades de los usuarios e involucrados de la normativa ISO 9241-210.
2. Se agregó la actividad “*HCD.4.2 Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios*”, basada en el proceso de accesibilidad: Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios de la normativa ISO 9241-20.

3. Se agregó la actividad “*HCD.4.9 Garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad*”, basada en la práctica Garantizar la calidad de las especificaciones de los requisitos de usuario de la normativa ISO 9241-210.

Adecuación de actividades

1. Se adecuó la actividad “*HCD.4.6 Definir el uso y la accesibilidad del sistema*”, que estaba basada en la actividad HCD.3.4 Definir el uso del sistema perteneciente a la normativa ISO 18529 adecuándose al proceso de accesibilidad: Entender y especificar el contexto de uso, prestando especial atención a la variedad de características de los usuarios y el impacto de tarea, equipo y las características del entorno que afectan la accesibilidad de la normativa ISO 9241-20.
2. Se adecuó la actividad “*HCD.4.7 Generar requisitos de usuario y la organización*”, que estaba basada en la actividad HCD.3.5 Generar requerimientos de los involucrados de la organización perteneciente a la normativa ISO 18529, adecuándose a la práctica: Partir de los requisitos de usuario de la normativa ISO 9241-210.

Cambio de nombres de actividades

Se cambiaron los nombres de las siguientes actividades, debido a que se incluyeron productos de trabajo nuevos, relacionados con cada actividad, por lo que se requería un nombre que describiera mejor el objetivo de las siguientes actividades:

1. Se cambió el nombre de la actividad HCD.3.1 Aclarar y documentar los objetivos del sistema, perteneciente a la normativa 18529 sustituyéndolo por: “*HCD.4.3 Identificar y documentar los objetivos del sistema.*”
2. Se cambio el nombre de la actividad HCD.3.2 Analizar a los involucrados, perteneciente a la normativa ISO 18529 sustituyéndolo por: “*HCD.4.4 Identificar roles de los involucrados.*”
3. Se cambió el nombre de la actividad HCD.3.6 Ajustar la calidad a los objetivos de uso, perteneciente a la normativa ISO 18529 sustituyéndolo por: “*HCD.4.8 Generar un conjunto de objetivos de calidad para el uso del sistema.*”

En el proceso HCD.5 Producir soluciones de diseño, se realizaron las siguientes aportaciones:

Adecuación de actividades

1. Se adecuó la actividad “*HCD.5.4 Utilizar el conocimiento existente para desarrollar soluciones de diseño*”, que estaba basada en la actividad HCD.5.4 Utilizar el conocimiento existente para desarrollar soluciones de diseño, perteneciente a la normativa 18529 adecuándose al proceso de accesibilidad: Producir soluciones de diseño prestando especial atención a las consideraciones de accesibilidad de la normativa ISO 9241-20.

2. Se adecuó la actividad “*HCD.5.5 Especificar el sistema y su uso prestando especial atención a las consideraciones de usabilidad y accesibilidad*”, que estaba basada en la actividad HCD.5.5 Especificar el sistema y su uso perteneciente a la normativa ISO 18529, adecuándose al proceso de accesibilidad: Producir soluciones de diseño, prestando especial atención a las consideraciones de accesibilidad de la normativa ISO 9241-20 y a la práctica: Diseñar las tareas del usuario, la interacción usuario-sistema y la interfaz de usuario para satisfacer las necesidades del usuario teniendo en cuenta toda la experiencia de usuario de la normativa 9241-210.
3. Se adecuó la actividad “*HCD.5.6 Desarrollar prototipos*”, que estaba basada en la actividad HCD.5.6 Desarrollar prototipos perteneciente a la normativa 18529, adecuándose a la práctica: Hacer soluciones de diseño más concretas de la normativa 9241-210.

Cambio de nombres de actividades

Se cambiaron los nombres de las siguientes actividades, debido a que se incluyeron productos de trabajo nuevos, relacionados con cada actividad, por lo que se requería un nombre que describiera mejor el objetivo de las siguientes actividades:

1. Se cambió el nombre de la actividad HCD.5.2 Producir un modelo compuesto de tareas perteneciente a la normativa ISO 18529, sustituyéndolo por: “*HCD.5.2 Desarrollar un modelo de tareas.*”
2. Se cambió el nombre de la actividad HCD.5.3 Explorar el diseño del sistema perteneciente a la normativa ISO 18529, sustituyéndolo por: “*HCD.5.3 Analizar opciones de diseño.*”

En el proceso HCD.6 Evaluar el diseño frente los requisitos, se realizaron las siguientes aportaciones:

Nuevas actividades

1. Se agregó la actividad “*HCD.6.7 Modificar las soluciones de diseño en base a las evaluaciones centradas en el usuario y la retroalimentación*” basada en la práctica: Modificar las soluciones de diseño en base a las evaluaciones centradas en el usuario y la retroalimentación de la normativa ISO 9241-210.
2. Se agregó la actividad, “*HCD.6.8 Comunicar la solución de diseño a los responsables de la implementación*” basada en la práctica: Comunicar la solución de diseño a los responsables de la implementación de la normativa ISO 9241-210.

Adecuación de actividades

- Se adecuó la actividad “*HCD.6.3 Evaluar los prototipos con usuarios que tengan características que representen al grupo de usuarios objetivo para mejorar el diseño*”, que estaba basada en la actividad HCD.6.3 Evaluar los prototipos para mejorar el diseño perteneciente a la normativa ISO 18529, adecuándose al proceso

de accesibilidad: Evaluar las soluciones de diseño de accesibilidad de equipos y servicios TIC con usuarios, que tengan características que representen a los grupos de usuarios objetivo de la normativa ISO 9241-20.

En el proceso HCD.7 Introducir e implementar el sistema, se realizaron las siguientes aportaciones:

Nuevas actividades

- Se agregó la actividad “*HCD.7.7 Dar seguimiento de la evaluación a largo plazo*” basada en la práctica: Dar seguimiento a largo plazo, perteneciente a la normativa ISO 9241-210.
- Se agregó la actividad “*HCD7.8 Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario*” basada en la práctica: Fomentar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario, perteneciente a la normativa ISO 9241-210.

Cambio de nombres de actividades

Se cambiaron los nombres de las siguientes actividades, debido a que se incluyeron productos de trabajo nuevos relacionados con cada actividad, por lo que se requería un nombre que describiera mejor el objetivo de las siguientes actividades:

- Se cambió el nombre de la actividad HCD.7.1 Gestión del cambio, perteneciente a la normativa ISO 18529 sustituyéndolo por: “*HCD.7.1 Implementar la gestión del cambio.*”
- Se cambió el nombre de la actividad HCD.7.3 Personalización y diseño local, perteneciente a la normativa ISO 18529 sustituyéndolo por: “*HCD.7.3 Personalizar el diseño.*”
- Se cambió el nombre de la actividad HCD.7.5 Soporte a usuarios en la planeación de actividades, perteneciente a la normativa ISO 18529 sustituyéndolo por: “*HCD.7.5 Dar soporte a usuarios.*”

Nuevos productos de trabajo de entrada y salida

La normativa ISO 18529 especifica los productos de trabajo generados por cada proceso, pero resulta difícil identificar, en que actividad se generan y usan los productos de trabajo de salida y de entrada, por lo que como importante aportación del modelo propuesto, se identificó y clasificó los productos de trabajo por actividad y se generaron 128 nuevos productos de trabajo, a partir de los procesos y actividades agregadas, modificadas y adecuadas detalladas anteriormente. A continuación la Tabla.1 muestra los productos de trabajo de entrada y salida generados por cada proceso.

HCD.1 Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema	
Productos de trabajo de entrada	Productos de trabajo de salida
E1.1.1 Acuerdos de participación de	S.1.1 Plan de participación de usuarios e

usuarios e involucrados en el desarrollo del sistema.	involucrados en el desarrollo del sistema.
E.1.2.1 Documento que incluya las necesidades sociales y socio-técnicas del mercado meta	S.1.2.1 Plan de análisis de mercado
E.1.3.2 Documento que incluya la descripción original del sistema	S.1.3.1 Documento que incluya la estrategia del sistema
E.1.3.3 Contabilidad de costes del desarrollo del sistema	S.1.3.2 Evaluación de costes del diseño centrado en el humano
E.1.4.1 Retroalimentación de las investigaciones de mercado	S.1.3.3 Análisis del retorno sobre la inversión (ROI)
E.1.5.1 Descripción de los requerimientos futuros de usuarios	S.1.4.1 Análisis de la competencia
	S.1.6.1 Plan de comunicación de la estrategia del sistema
	S.1.6.2 Informe de comunicación de la estrategia del sistema
HCD.2 Planificar y gestionar el proceso de diseño centrado en el humano	
E.2.3.1 Documento que incluya la identificación de pautas, métodos y técnicas de usabilidad y accesibilidad para incluir en el diseño del sistema	S.2.1.1 Programa de capacitación para sensibilizar y concientizar a los involucrados
E.2.4.1 Programa de capacitación para sensibilización y concientización del equipo de trabajo.	S.2.1.2 Lista de asistencia de involucrados al programa de sensibilización
E.2.4.2 Documento que especifique la constitución del equipo de trabajo multidisciplinar	S.2.2.1 Plan de participación de usuarios e involucrados, en el proceso de diseño centrado en el humano.
E.2.4.3 Documento que incluya la identificación del grado de habilidades y experiencia del equipo de trabajo	S.2.3.1 Plan de inclusión de pautas métodos y técnicas centradas en el usuario, al proceso de desarrollo del sistema.
E.2.8.1 Documento que incluya las consideraciones relevantes de usabilidad y accesibilidad para el soporte a usuarios y mantenimiento del sistema.	S.2.3.2 Especificación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad
	S.2.4.1 Lista de participación del equipo de trabajo al programa de capacitación para sensibilización y concientización.

	S.2.4.2 Plan de comunicación y promoción de políticas de diseño centrado en el humano para los involucrados.
	S.2.5.1 Plan de diseño centrado en el humano
	S.2.6.1 Plan de gestión del diseño centrado en el humano
	S.2.6.2 Informe de cumplimiento del plan de gestión del diseño centrado en el humano
	S.2.7.2 Informe de cumplimiento de las políticas de diseño centrado en el usuario
	S.2.7.3 Plan de promoción del enfoque centrado en el humano en la organización
	S.2.7.4 Informe de cumplimiento del plan de promoción del enfoque centrado en el humano en la organización.
	S.2.8.1 Lista donde se identifique el material de apoyo necesario para el diseño centrado en el humano.
HCD.3 Comprender y especificar el contexto de uso	
E.3.1.1 Documento que incluya la identificación de las actividades y tareas de usuarios e involucrados	S.3.1.1 Especificación de las actividades y tareas de usuarios e involucrados
E.3.1.2 Documento que incluya la descripción de los requerimientos del sistema	S.3.2.1 Descripción de características y atributos significativos de usuarios.
E.3.2.3 Documento que incluya la identificación de conocimientos y habilidades de usuarios	S.3.2.2 Descripción del impacto de las características y atributos significativos del usuario para el uso del sistema.
E.3.2.4 Documento que incluya la identificación de idiomas de usuarios	S.3.3.1 Descripción del entorno organizacional y/o social dónde se aplicará y usará el sistema.

E.3.2.5 Documento que incluya la identificación de habilidades y el grado de experiencia con las tareas de usuarios	S.3.4.1 Descripción detallada del entorno técnico
E.3.2.6 Documento que incluya la identificación de las limitaciones y discapacidades de usuarios	S.3.5.1 Descripción del entorno físico, donde se llevará a cabo las evaluaciones, uso e implementación del sistema
E.3.3.1 Descripción de las características relevantes del entorno organizacional y/o social donde se implementará el sistema	
E.3.3.2 Descripción de actividades centradas en el humano que se llevarán a cabo	
E.3.3.3 Documento que incluya la identificación de las prácticas organizacionales, que serán afectadas por la implementación del sistema.	
E.3.4.1 Descripción de las características relevantes del entorno técnico	
E.3.4.2 Lista de los equipos requeridos para la implementación y uso del sistema	
E.3.5.1 Descripción de las características relevantes del entorno físico	
HCD.4 Especificar los requisitos de usuario y la organización	
E.4.1.2 Documento que especifique las restricciones del contexto de uso (entorno, tareas y usuarios)	S.4.1.1 Descripción de las necesidades de usuarios e involucrados
E.4.4.1 Documento que incluya la descripción de las instrucciones de trabajo	S.4.1.2 Descripción del contexto de uso del sistema
E.4.5.1 Documento que describa la identificación de riesgos potenciales para los usuarios	S.4.2.1 Descripción de las necesidades de accesibilidad de usuarios
E.4.5.2 Análisis de riesgos potenciales	S.4.3.1 Análisis de factibilidad
E.4.6.1 Documento que describa el grado de	S.4.3.2 Descripción de los objetivos del

experiencia de usuarios con las tareas	sistema
E.4.7.5 Normativa Organizacional	S.4.4.1 La identificación de roles de involucrados afectados por la entrada o salida del sistema.
E.4.9.1 Especificación de políticas de diseño centrado en el usuario	S.4.5.1 Evaluación de riesgos de involucrados en el uso del sistema
	S.4.5.2 Plan de gestión de riesgos para involucrados en el uso del sistema
	S.4.6.1 Especificación de usabilidad y accesibilidad requerida para el sistema
	S.4.7.1 Especificación de requerimientos de usuarios e involucrados
	S.4.8.1 Los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad para el sistema
	S.4.8.2 Métricas de medición de los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del sistema
	S.4.9.1 Plan de aseguramiento de la calidad, usabilidad y accesibilidad
HCD.5 Producir soluciones de diseño	
E.5.3.1 Las opciones de diseño	S.5.1.1 Especificación de funcionalidades del sistema
E.5.4.4 Lista de requisitos legales o requerimientos legislativos(Incluyendo leyes de medio ambiente y consideraciones locales).	S.5.3.1 Especificación del diseño del sistema
E.5.4.9 Especificación de las tareas del usuario con el sistema	S.5.4.2 La solución de diseño
E.5.6.1 Herramientas, tecnología o materiales adecuados para crear prototipos	S.5.5.2 Especificación del sistema y su uso
E.5.7.1 Requerimientos de recursos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para desarrollar la capacitación.	S.5.6.1 Simulación del diálogo del sistema

E.5.8.1 Requerimientos de recursos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para desarrollar el soporte a usuarios	S.5.7.2 Material de capacitación para usuarios y responsables del mantenimiento del sistema.
	S.5.7.3 Material de capacitación para el responsable de implementar la capacitación.
	S.5.8.1 Material para apoyo y soporte a usuarios
	S.5.8.2 Material necesario para el uso del responsable(s) de brindar soporte a usuarios
	S.5.8.3 Descripción del proceso de soporte a usuarios
HCD.6 Evaluar el diseño frente los requisitos	
E.6.1.4 Especificación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario	S.6.1.1 Plan de evaluación
E.6.1.5 Descripción de procedimientos para garantizar la plena utilización de la retroalimentación de todas las simulaciones, pruebas y evaluaciones.	S.6.3.2 Informe de defectos de ergonomía, usabilidad y accesibilidad encontrados
E.6.3.2 Los usuarios con capacidades reducidas o limitaciones.	S.6.4.1 Informe de conformidad del sistema con los requerimientos de usuarios y de la Organización
E.6.3.3 La tecnología de asistencia necesaria	S.6.5.1 Informe de conformidad del sistema con las prácticas requeridas, que describa cómo se trataron los conflictos entre los requerimientos de diseño y el conocimiento existente
E.6.3.7 Descripción de las características de usuarios	S.6.6.1 Informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema
E.6.3.8 Los recursos materiales, humanos y tecnológicos necesarios para la evaluación	S.6.7.1 Retroalimentación de los resultados de las evaluaciones a los usuarios e involucrados
E.6.5.3 Lista de las fuentes de conocimiento	S.6.7.2 Documento de aprobación de

existentes y normas utilizadas, con descripción de la forma de incorporación	cambios e implementación de mejoras al sistema
E.6.6.2 Los usuarios representativos	S.6.7.3 Documento de justificación de todas las modificaciones implementadas o no implementadas, para cumplir con los estándares, conocimientos existentes, buenas prácticas, necesidades particulares, requerimientos clave y retroalimentación de evaluaciones.
E.6.6.5 Métodos de recolección de información relevante (cuestionarios, encuestas, entrevistas, etc.)	S.6.7.4 El prototipo y componentes del sistema mejorados en base a la retroalimentación de las evaluaciones
E.6.6.6 Los registros de uso e interacción de usuarios con el sistema	S.6.8.1 Informe de comunicación del prototipo final, a los responsables de la implementación del sistema.
HCD.7 Introducir e implementar el sistema	
E.7.2.4 Análisis de tendencias de preferencias de usuarios	S.7.1.1 Plan de gestión de cambios
E.7.4.4 Tecnología de asistencia necesaria para brindar capacitación a personas con discapacidad	S.7.1.2 Informe de cumplimiento del plan de gestión de cambios
E.7.4.5 Recursos materiales, humanos y tecnológicos necesarios para brindar capacitación	S.7.2.1 Informe del análisis de impactos del sistema sobre usuarios, involucrados, la Organización y el medio ambiente.
E.7.6.3 Legislación ergonómica aplicable	S.7.3.1 Documento de requerimientos de personalización del sistema
E.7.7.2 Informe de conformidad del sistema con las prácticas requeridas actual	S.7.3.2 Informe de cumplimiento de los requerimientos de personalización del sistema
E.7.8.2 Especificación de objetivos que fomenten la sostenibilidad	S.7.4.1 Lista de participación de usuarios e involucrados a la capacitación
	S.7.4.2 Informe de resultados de la satisfacción de los usuarios e involucrados con la capacitación.
	S.7.5.1 Informe de resolución y atención a incidencias de usuarios

	S.7.5.2 Informe de satisfacción de usuarios con la atención y resolución de incidencias
	S.7.6.1 Informe de cumplimiento del sistema, equipo y entorno con la legislación ergonómica.
	S.7.7.1 Informe de conformidad del rendimiento del sistema a largo plazo
	S.7.7.2 Retroalimentación de los resultados del seguimiento a largo plazo de las evaluaciones a los usuarios e involucrados.
	S.7.8.1 Informe de conformidad del proceso de diseño centrado en el humano con los objetivos de fomento a la sostenibilidad
	S.7.8.2 El diseño centrado en el humano sostenible
	S.7.8.3 Plan de promoción de la sostenibilidad del diseño centrado en el usuario

Tabla 1 Productos de trabajo aportados

1.4.3 Aportaciones a la escala de capacidad

Para la evaluación del modelo, se desarrolló una nueva escala de capacidad, debido a que se requería evaluar atributos específicos de Usabilidad y Accesibilidad, ya que la escala de evaluación de ISO 15504 es necesaria para evaluar el nivel de capacidad del proceso, pero no suficiente para determinar y asegurar la calidad del proceso. Por tal motivo se desarrolló la escala de capacidad U+A SPICE (Usability + Accessibility SPICE) basada en los seis niveles de capacidad de la normativa ISO 15504, a los cuales se agregó cinco atributos nuevos de proceso de Usabilidad y Accesibilidad: **PA2.1** Atributo de integración del enfoque centrado en el usuario, **PA.3.1** Atributo de gestión del enfoque centrado en el usuario, **PA.4.1** Atributo de implantación del enfoque centrado en el usuario, **PA.5.1** Atributo de rendimiento del enfoque centrado en el usuario y **PA.6.1** Atributo de optimización del enfoque centrado en el usuario, con sus correspondientes prácticas de gestión y requisitos de las prácticas, que se detallarán más adelante en el Capítulo 3.

El modelo MODECUA, propone dos técnicas de evaluación de la calidad del proceso: la evaluación cualitativa de las directrices de Usabilidad y Accesibilidad y la evaluación cuantitativa de la calidad de uso. Para el desarrollo de la evaluación cualitativa de las directrices de Usabilidad y Accesibilidad, se creó una clasificación de atributos de usabilidad y accesibilidad basados en los principios de Accesibilidad W3C para contenido Web 2.0 [10] y los atributos para mejorar la usabilidad en un sistema interactivo [3]. Estos atributos se evalúan por medio de una Guía de evaluación de Usabilidad y Accesibilidad (Anexo 2) conformado por 35 puntos de verificación, que sólo podrán ser aplicados por el experto durante las pruebas del sistema con usuarios debido a que esta técnica, tiene el objetivo de determinar el nivel de Usabilidad y Accesibilidad del sistema en uso.

Finalmente, el modelo MODECUA propone la técnica de evaluación cuantitativa de la calidad de uso basada en la normativa ISO 9126-4 [11], con el propósito de medir la calidad del uso del sistema por medio de unas métricas definidas y calculadas a través de la aplicación de ecuaciones que se deben implementar, cuando el sistema se usa en el contexto de uso real o por medio de pruebas con usuarios reales para validar si el sistema cumple con la calidad de uso requerida.

1.4.4 Objetivos del trabajo

El objetivo principal de este trabajo, es mejorar los procesos de desarrollo de software centrado en el usuario de las Organizaciones, a través de la adopción de un Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad (MODECUA), que resuelva la problemática expuesta en la sección 1.1 y que de acuerdo a la hipótesis de partida H_2 incluya en conjunto buenas prácticas de Usabilidad y la Accesibilidad en el proceso de desarrollo de software de la Organización.

De acuerdo a este objetivo principal se detallan los siguientes objetivos específicos de la investigación:

1. Crear un modelo para la determinación de la capacidad de mejora de procesos centrados en la Usabilidad y Accesibilidad.
2. Evaluar la calidad de los procesos centrados en el usuario, a través de una escala de capacidad desarrollada como parte fundamental del modelo.
3. Asegurar un nivel de calidad óptimo en los procesos de desarrollo de software centrado en el usuario.
4. Garantizar que los sistemas, bajo este modelo ideado sean usables y accesibles para el usuario final.
5. Asegurar que las características de calidad implementadas, permitan desarrollar de forma sistemática productos usables y accesibles.
6. Minimizar los costes, el tiempo y esfuerzo del proceso de desarrollo de software
7. Incrementar la aceptación del sistema.
8. Garantizar y promover el enfoque centrado en el usuario en la Organización
9. Ayudar a incrementar la satisfacción del usuario con el sistema
10. Reducir los costes, tiempo y esfuerzo de los procesos de mantenimiento y soporte

1.4.5 Ventajas y Desventajas

Conforme a la solución propuesta y a los objetivos planteados, a continuación se mencionan algunas de las ventajas principales de la investigación:

- **Mejora la calidad en los procesos de Desarrollo de Software**

El modelo de madurez MODECUA, describe detalladamente a través de sus procesos las actividades que se tienen que realizar con el objetivo de desarrollar productos de trabajo que mejoren los procesos de desarrollo de software agregándoles atributos, pautas, principios y técnicas de calidad, usabilidad y accesibilidad. Es importante mencionar, que al estar basado el modelo en la escala de capacidad de la normativa ISO 15504, permite garantizar la mejora continua de los procesos centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad guiando paso a paso a las empresas hasta el logro del nivel de madurez deseado, adaptándose fácilmente a cualquier modelo de proceso.

- **Incrementa la satisfacción del cliente y usuarios finales con el sistema**

El modelo de madurez MODECUA, incluye en todo el proceso las necesidades y requerimientos de usuarios e involucrados así como su participación activa durante todo el proceso, asegurando que el producto resultante este centrado en satisfacer sus necesidades y que esto ocasione una mejor aceptación y satisfacción de los usuarios finales y el cliente con el sistema.

- **Asegura el uso a Largo Plazo del sistema**

El modelo de madurez MODECUA, centra los procesos de apoyo y mantenimiento del sistema en las necesidades y requerimientos de usuarios e involucrados logrando ofrecer en todo momento servicios de calidad, que respalden el buen uso y funcionamiento del sistema.

- **Mejora la comunicación interna y externa**

El modelo MODECUA, proporciona las bases suficientes para asegurar que cada decisión relevante sea comunicada a los involucrados, así como asegura que cada cambio relevante del sistema sea evaluado en base a la aceptación final de la Organización y usuarios finales.

- **Permite la independencia del equipo de desarrollo y personal involucrado en el uso y mejora de procesos**

El modelo MODECUA, al ser muy descriptivo y detallado permite que el personal involucrado en el desarrollo y diseño del sistema, pueda aplicar paso a paso de

manera fácil y sencilla el proceso, así como incluir las mejoras pertinentes que consideren necesarias.

- **Propicia la mejora continua y la sostenibilidad de procesos**

Debido a que el modelo MODECUA incluye la evaluación constante de sus procesos, ayuda a garantizar que continuamente se incluyan nuevas prácticas que mejoren el proceso, adaptándolo a las necesidades y requerimientos futuros, así como asegurando la sostenibilidad y mejora continua procesos, servicios y productos centrados en el usuario.

1.4.6 Aspectos no Cubiertos y Limitaciones

En esta sección, se mencionan algunos aspectos y limitaciones del trabajo, los cuales serán tomados en cuenta para posibles ampliaciones y trabajo futuro:

- **No incluye la descripción específica de directrices de ergonomía**

El modelo de madurez MODECUA, esta basado en las normativas ISO 9241-210, ISO 18529, ISO 15504 y 9241-20 que basan sus procesos en buenas prácticas y pautas generales de usabilidad, accesibilidad y ergonomía, sin embargo el presente trabajo no incluye directrices específicas de ergonomía, por lo que se recomienda consultar la normativa ISO 9241-100 [12], para obtener mayor detalle de requerimientos y directrices específicas de ergonomía.

- **No se proporciona la descripción del formato de los productos de trabajo de entrada y salida.**

Debido a que en esta primera versión del modelo MODECUA, se dio alta importancia a la descripción de los procesos y actividades, así como al proceso de evaluación, se considerará para una próxima versión del modelo, la descripción y plantillas detalladas de los productos de trabajo que sirvan de apoyo y guía de orientación a los responsables de aplicar y evaluar los procesos, sin embargo en el presente trabajo, se incluye dentro de la escala de capacidad U+A SPICE, la descripción detallada de los elementos que deben contener los productos de trabajo para alcanzar los niveles de capacidad.

- **No se proporciona la aplicación de las evaluaciones cuantitativas y cualitativas**

Debido a que la aplicación de la propuesta de evaluación cualitativa de Usabilidad y Accesibilidad, así como la evaluación cuantitativa de la calidad de uso requieren ser aplicadas durante el uso del sistema, no fue posible demostrar su aplicación en el caso de estudio de este trabajo, sin embargo en la sección 3.5 de la presente propuesta se incluyen ejemplos detallados de su uso y aplicación.

- **Sólo se proporciona la aplicación de un caso de uso específico, el cual limita la validación del modelo**

Como propuesta de trabajo futuro y ampliación, se propone la aplicación de más casos de uso, debido a que en el presente trabajo, sólo se aplica a un caso de uso específico, en el cual la evaluación de su proceso no es suficiente para la validación y mejora del modelo propuesto en la presente investigación.

1.5 Estructura del Trabajo

El trabajo realizado se estructura de la siguiente manera:

En el **Capítulo 1**, se ha presentado los fundamentos del trabajo, la motivación principal por la cual fue desarrollada la presente investigación, así como la identificación de los problemas y necesidades que intenta resolver la investigación con la solución propuesta y los objetivos que se proponen. Además, se indicaron las principales ventajas y desventajas de la solución propuesta. Finalmente se describen los aspectos no cubiertos y limitaciones de la investigación.

En el **Capítulo 2**, se detalla el Estado del Arte, donde se describen los principales trabajos relacionados tanto los trabajos anteriores como los trabajos actuales que enriquecen la investigación. También, se describe la técnica implementada (Mapping Study) para el análisis y recolección de las principales fuentes de información.

En el **Capítulo 3**, se plantea la aportación principal de la investigación, la solución propuesta, empezando con la estructura general del modelo MODECUA, así como su descripción detallada, los procesos, actividades, productos de trabajo, el modelo de determinación de la capacidad propuesto: U+A SPICE. Finalmente, se propone la evaluación cualitativa y cuantitativa del modelo.

En el **Capítulo 4**, se presenta la validación de la viabilidad del modelo MODECUA, a través de la aplicación del modelo a un proceso de desarrollo de software de una Organización real, con el objetivo de comprobar la validez del modelo y determinar el nivel de madurez del caso de estudio.

Finalmente en el **Capítulo 5**, se plantean las conclusiones y aportaciones finales del trabajo, así como la propuesta de las principales líneas de investigación de continuidad y trabajo futuro para su posterior ampliación.

Capítulo 2: Estado del Arte

En este capítulo, se presentan los trabajos relacionados con la investigación, empezando en la sección 2.1, con el desarrollo de la técnica de recolección y análisis de información implementada, así como un breve resumen con los resultados más significativos, con el objetivo de comprobar la hipótesis de partida H_1 . En la sección 2.2, se analizan los trabajos anteriores, los cuales constituyen la base teórica y punto de partida del trabajo. En la sección 2.3, se describe la introducción a la Usabilidad y Accesibilidad, siendo estos dos conceptos base para el desarrollo de la presente investigación. Seguidamente en la sección 2.4 se describen y analizan detalladamente los modelos de madurez y calidad existentes para compararlos finalmente en la sección 2.5 y describir la relación de los modelos de madurez y calidad existentes con el presente trabajo, comprobando la hipótesis de partida H_2 .

2.1 Mapping Study

El tema de investigación del presente trabajo, se origina a partir del planteamiento de la hipótesis de partida H_1 . No existen trabajos académicos anteriores que resuelvan la problemática enunciada en la sección 1.1, a través de un modelo de madurez formal completamente aceptado y extendido que permita determinar y mejorar la calidad de los procesos centrados en la Usabilidad y Accesibilidad. Para la corroboración de esta hipótesis de partida, se ha empleado la técnica Systematic Mapping Study (SMS), con el objetivo de realizar una búsqueda exhaustiva de los modelos de madurez existentes en la literatura actual.

2.1.1 Tema de investigación

El tema de investigación del estudio, son los “Modelos de madurez de procesos centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad existentes.”

2.1.2 Fuentes de información

La búsqueda de información, se llevó a cabo a través de librerías bibliográficas online. Las bases de datos elegidas por ser las de mayor relevancia para el tema tratado son:

1. HCI Bibliography
2. ACM Digital Library
3. IEEE Xplore Digital Library
4. SpringerLink

Esta última librería (SpringerLink) fue utilizada en menos medida, ya que el método de búsqueda se basó en las primeras tres y redirigía la búsqueda de algunos artículos a la última librería digital.

2.1.3 Objetivo

El principal objetivo del estudio, es determinar cuántos modelos de madurez centrados en la Usabilidad y Accesibilidad existentes se relacionan con el tema de investigación y su relevancia de aportación.

2.1.4 Objetivos específicos del análisis

Para comprobar que es verdadera la hipótesis de partida H_1 y llevar a cabo el análisis de la literatura existente, se plantearon las siguientes preguntas:

- ¿Qué modelos de madurez de procesos generales existen?
- ¿Qué modelos de madurez de procesos centrados en usabilidad existen?
- ¿Qué modelos de madurez de procesos centrados en accesibilidad existen?
- ¿Qué modelos de madurez de procesos centrados en usabilidad y accesibilidad existen?

2.1.5 Cadena de búsqueda

Para responder a las preguntas planteadas en las fuentes de información especificadas, se definió las siguientes estructuras de la cadena de búsqueda:

- <maturity model>
- <usability> **AND** <maturity model>
- <accessibility> **AND** <maturity model>
- <usability> **AND** <accessibility> **AND** <maturity model>

La aplicación de la cadena de búsqueda definida en las librerías bibliográficas especificadas previamente, arrojó los siguientes resultados:

Research Results				
Digital Libraries	Maturity model	Usability maturity model	Accesibility maturity model	Usability& accessibility maturity model
HCI	14	N/A	N/A	0
ACM	3,868	803	307	0
IEEE	1,835	21	5	0
Total resultados	5,717	824	312	0

N/A=No aplica

Tabla 2 Resultados de la búsqueda

Como se muestra en la Tabla.2, los resultados van en decremento, mientras más específica era la cadena de búsqueda, menos resultados se obtenían, pero mejoraba la precisión de la búsqueda como se puede observar, el total de resultados preliminares de búsqueda en las tres librerías digitales con la palabra clave “maturity model” fue de 5,717, con la palabra “usability maturity model” fue de 824, con la palabra “accessibility maturity model” fue de 312 y no se obtuvo ningún resultado, en ninguna de las tres librerías al utilizar la cadena de

búsqueda con las palabras clave: “usability & accessibility maturity model”, lo que confirma la hipótesis de partida: H_1 . No existen trabajos académicos anteriores que resuelvan la problemática enunciada en la sección 1.1, a través de un modelo de madurez formal, completamente aceptado y extendido que permita determinar y mejorar la calidad de los procesos centrados en la Usabilidad y Accesibilidad.

2.1.6 Filtrado de Resultados

Para el filtrado de los resultados de búsqueda, se analizó cada uno de ellos, evaluando el contenido del documento o fuente de información encontrada de acuerdo a los siguientes criterios de selección definidos:

Criterios de inclusión

CI.1 Confiabilidad: El documento o fuente de información debe proceder de un origen confiable, ya sea una revista o medio electrónico siempre y cuando este pertenezca a una fuente confiable como una institución o una revista reconocida en el medio.

- **0 (nula confianza):** El documento o fuente de información no menciona ninguna fuente de origen o referencia.
- **1 (confianza baja):** El documento menciona una referencia, sin embargo es informal.
- **2 (confianza media):** El documento menciona la referencia formal, sin embargo esta no es accesible para ser consultada.
- **3 (confianza alta):** El documento especifica la referencia formal, que es accesible para su consulta.

C.1.2 Relevancia: El documento o fuente de información debe tener relevancia media o alta para ser incluido en el estudio. La relevancia del documento se evaluó, asignando un valor entre 0 y 3 con el propósito de alcanzar el objetivo principal. Los valores asignados fueron: 0 para los artículos sin relevancia, 1 para los artículos con relevancia baja, 2 para los artículos con relevancia media y 3 para los artículos relevantes en base a los siguientes criterios:

- **0 (sin relevancia):** El documento no menciona ningún modelo de madurez para procesos relacionado con el tema de estudio.
- **1 (relevancia baja):** El documento menciona la utilización o propuesta de algún modelo de madurez para procesos. Sin embargo este modelo de procesos no está centrado ni en la Usabilidad ni en la Accesibilidad.
- **2 (relevancia media):** El documento menciona la utilización o propuesta de un modelo de madurez para procesos centrados en Usabilidad o Accesibilidad como tema principal, describiendo las fases del modelo, atributos y actividades. Sin embargo, el modelo de procesos no contempla la Usabilidad y la Accesibilidad en conjunto.

- **3 (relevancia alta):** El documento analiza explícitamente, la utilización o propuesta de un modelo de madurez para procesos centrados en Usabilidad y Accesibilidad en conjunto como tema principal de estudio, describiendo sus fases, atributos y actividades.

C.1.3 Contribución: El contenido del documento, debe aportar al tema de estudio teniendo como tema central la descripción explícita, clara y detallada de las fases, actividades, atributos, sugerencias de mejora e indicadores y cualquier otro elemento que contribuya de manera relevante al desarrollo del Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad del presente trabajo.

- **0 (nula contribución):** El contenido del documento o fuente de información, no menciona ningún elemento útil que aporte a la propuesta del presente trabajo.
- **1 (contribución baja):** El contenido del documento o fuente de información, menciona atributos relevantes de aportación para el modelo, como fases, actividades, sugerencias de mejora, e indicadores, así como especifica la descripción detallada del modelo.
- **2 (contribución media):** El contenido del documento o fuente de información, menciona atributos relevantes de aportación para el modelo como fases, actividades, sugerencias de mejora e indicadores, así como se especifica la descripción detallada del modelo y se explica detalladamente su metodología.
- **3 (contribución alta):** El contenido del documento o fuente de información, describe los atributos relevantes de aportación para el modelo, las fases, actividades, sugerencias de mejora e indicadores, así como contiene la descripción detallada del modelo y la explicación de la metodología, uso y evaluación del modelo.

Criterios de exclusión

C.E.1 Fuente no confiable: El documento procede de una fuente no referenciada, ya sea de una revista o un medio digital, contiene una referencia de origen informal con poca o nula confianza.

C.E.2 Irrelevante: El documento ha sido evaluado con relevancia media o baja, por tal motivo no se incluye como tema de estudio del presente trabajo.

C.E.3 Carente de aportación: El contenido del documento, no contribuye en nada con el tema de estudio, carece de una descripción explícita, clara y detallada de las fases, actividades, atributos, sugerencias de mejora e indicadores y cualquier otro elemento que contribuya de manera relevante al desarrollo de la propuesta del Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad del presente trabajo.

Del total de 6,853 resultados preliminares especificados en la Tabla.2, se han seleccionado 7 fuentes de información relevantes como resultado de la aplicación de los criterios de selección (inclusión y exclusión), los cuales son: Corporate Usability Maturity: Stages 1-8 [13], Usability Maturity Model:Processes [14], A capability maturity model for scientific data management [15], Essence of the Capability Maturity Model [16], Development of maturity models: A systematic literature review [17], The capabilities and maturity model (CMM): a case study [18] y Enterprise maturity models: Have we lost the plot [19], de las cuales sólo 2 fuentes de información cumplen con todos los criterios de inclusión estipulados anteriormente: Corporate Usability Maturity: Stages 1-8 y Usability Maturity Model:Processes. Sin embargo ninguna de las dos fuentes de información tiene una relevancia alta y solamente el documento Usability Maturity Model Processes contribuye altamente al presente tema de estudio. A continuación, se presenta en la Tabla.3 un ejemplo de aplicación de los criterios de selección a los documentos y fuentes de información encontrados para mayor entendimiento del filtro de los resultados.

Criterios	Documentos o fuentes de información		
	Corporate Usability Maturity: Stages 1-8	A maturity model for computing education	Usability Maturity Model:Processes
Confiabilidad	3	3	3
Relevancia	2	1	2
Contribución	2	0	3

Tabla 3 Ejemplo de aplicación de criterios de selección

Debido a que el Mapping Study se aplico únicamente a Librerías Bibliográficas formales, se amplio la búsqueda utilizando el medio de búsqueda convencional por el navegador Web y se obtuvieron tres resultados significativos los modelos de madurez: Corporate UX Maturity (CUXM) [20], Keikendo Maturity Model (KMM) [21] y Accessibility Maturity Model (AMM) [22], los cuales no están muy formalizados actualmente, como los encontrados con la técnica Mapping Study, pero se incluirán al tema de estudio.

En conclusión, gracias a la aplicación de la técnica Mapping Study y a la búsqueda en medios convencionales, se encontraron documentos y fuentes de información que representan una valiosa aportación para el presente trabajo y que serán analizadas posteriormente a detalle. Sin embargo, ninguna de estas fuentes tiene una relevancia alta para el presente trabajo, ya que los documentos o fuentes de información no analizan explícitamente la utilización o propuesta de un modelo de madurez para procesos centrados en Usabilidad y Accesibilidad en conjunto, comprobando la hipótesis de partida H_1 .

2.2 Trabajos anteriores

Los esfuerzos de la comunidad científica en el campo de la calidad del proceso de desarrollo de software, ha dado como resultado una gran cantidad de modelos de calidad y modelos de madurez tales como: ISO 9001 [23], el Modelo de Madurez de Capacidades (CMM) [24], su mejora el Modelo de Madurez de Capacidad Integrado (CMMI) [24], la

normativa ISO 15504 SPICE, entre otros. Todos estos modelos tienen dos objetivos principales: a) Determinar los aspectos de mejora en una organización de desarrollo de software y b) llegar a un acuerdo sobre lo que es un buen proceso [25].

Actualmente, el número de modelos y de estándares ha seguido creciendo tanto como las necesidades de las organizaciones, dando lugar a un panorama confuso para una empresa que tenga que elegir un modelo para la evaluación y mejora de sus procesos. Algunos de estos modelos consideran la Usabilidad como un atributo de calidad y a partir de esta importancia se han creado modelos de madurez específicos enfocados en la Usabilidad como el modelo existente “Corporate Usability Maturity” de Jakob Nielsen, el modelo Usability Maturity Model: Processes (UMM) basado en la norma ISO 15504 (SPICE), el modelo Corporate UX Maturity basado en el Modelo de Madurez Corporate Usability Maturity de Jakob Nielsen y el modelo Keikendo Maturity Model desarrollado por la empresa Keikendo, así como también existe un modelo de madurez específico centrado en la Accesibilidad, el modelo Accessibility Maturity Model perteneciente al Business Disability Forum.

Referente al tema de Accesibilidad existe el organismo W3C (Consortio para la World Wide Web) que trabaja en la comunidad intencional, con el objetivo de proporcionar un alto grado de accesibilidad en la Web para las personas con “capacidades diferentes”, por lo cual ha creado una serie de normativas contenidas en Web Content Accessibility Guidelines (WCAG), que son un conjunto de recomendaciones para que los sitios Web sean accesibles para todo el mundo. Estas guías contienen: normas, puntos de verificación y niveles de conformidad. Actualmente la W3C proporciona unos logotipos para que los desarrolladores de sitios Web, coloquen en sus páginas y demuestren el nivel de accesibilidad aplicado.

En 1984, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos establece el Software Engineering Institute (SEI) de la Universidad de Carnegie Mellon, como centro de Investigación y Desarrollo con el objetivo de liderar los avances para la mejora de la calidad de los sistemas dependientes del software [26]. ISO plasma los estándares de calidad y desarrollo en 1987, con la norma ISO 9000, que es un conjunto de estándares Internacionales para sistemas de calidad, en particular ISO 9001 e ISO 9000-3 que son aplicables al proceso de software y a Organizaciones de desarrollo software [27].

La necesidad de determinar la capacidad de sus contratistas antes del contrato, lleva al SEI bajo la dirección de W. Humphrey al desarrollo de técnicas de evaluación y valoración de la capacidad originándose la creación en agosto de 1991 del Capability Maturity Model para software (CMM). En 1995 fue publicado por primera vez el modelo People Capability Maturity Model (People CMM) [28], el cual se diferencia del anterior, al estar enfocado en la integración de buenas prácticas para mejorar las capacidades de los recursos humanos de la Organización, así como en mejorar y promover la cultura Organizacional. Más tarde, el Departamento de Defensa ha patrocinado el desarrollo de un modelo integrado basado en esta serie de modelos para unificar el uso de múltiples estándares en la práctica Capability Maturity Model Integration (CMMI). En este mismo año, fue creado bajo la subvención del Comité Internacional de Estándares de Ingeniería de Software y Sistemas el proyecto:

“Software Process Improvement and Capability Determination” (SPICE), cuyo objetivo consistía en crear un estándar Internacional para procesos de desarrollo software (ISO 15504) que provea un marco de trabajo uniforme para la gestión e ingeniería del software.

Como se ha visto anteriormente, el número de modelos y estándares ha ido en incremento exponencialmente, pero ninguno de estos modelos de calidad y mejora de procesos consideran la Usabilidad y la Accesibilidad como características necesarias para el logro de la calidad del software. A continuación, se profundizará en ambos conceptos (Usabilidad y Accesibilidad) con el objetivo de comprender su impacto en la calidad del software.

2.3 Discusión sobre Usabilidad y Accesibilidad

Actualmente, en la mayoría de las empresas de desarrollo y diseño de software, se crean interfaces de usuario pensando en usuarios representativos o específicos que suelen tener características de personas “estándar”, es decir con todas las capacidades físicas y cognitivas, dejando a un lado a las personas con “necesidades especiales”. Al pensar en accesibilidad se suele pensar erróneamente, también en un grupo aislado y específico que normalmente es minoritario, que suele ser el subconjunto “personas con discapacidad o limitaciones” perteneciente a un conjunto más amplio de “personas sin discapacidades o limitaciones”, al cual creemos pertenecer, así como pensamos equivocadamente, que es el grupo al que pertenece la mayoría de la población y por lo tanto la mayoría de los usuarios.

Para salir de este error, debemos entender que los usuarios con discapacidades y limitaciones no es un subconjunto que pueda ser descartado y aislado en el proceso de diseño y desarrollo de software, si no al contrario, es un conjunto que representa a la mayoría de la población debido a que somos un grupo complejo de seres con diversas capacidades y limitaciones, que experimentamos la reducción o incremento de estas capacidades al estar expuestos ante diferentes circunstancias y situaciones como puede ser: realizar dos actividades a la vez, estar enfermo de gripe, o llegar a la vejez etc. Por lo tanto, la accesibilidad no debe ser una cuestión que se pueda pasar por alto o tomar a la ligera, ya que es un atributo de calidad esencial para asegurar y procurar la satisfacción del usuario con el sistema.

La normativa ISO 9241-20 plantea que la accesibilidad se refiere a un amplio grupo de usuarios que incluye a:

- Personas con deficiencias físicas, sensoriales y con problemas cognitivos desde su nacimiento o adquiridos a lo largo de la vida;
- Personas mayores (un porcentaje cada vez mayor de la población) que se pondrían beneficiar de nuevos productos y servicios pero ven disminuidas sus capacidades físicas, sensoriales y cognitivas;
- Personas con discapacidad temporal, como una persona con un brazo roto o alguien sin gafas para leer, y
- Personas que en determinadas situaciones tienen dificultades como una persona que trabaja en un entorno ruidoso o tiene las manos ocupadas por otras actividades.

Derivado de estas necesidades, se difunde la idea del diseño universal, conocido también como diseño para todos que plantea el objetivo de diseñar y desarrollar interfaces que no presenten barreras de accesibilidad [29]. Sin embargo, el cumplimiento del diseño Universal hasta el momento resulta algo utópico, debido a que no existe actualmente un modelo que establezca las bases que soporten un diseño para todos.

El dominio de la investigación se centra en dos atributos indispensables para asegurar la calidad de los procesos de desarrollo y diseño de sistemas, los cuales son: la Usabilidad y la Accesibilidad, ambos atributos como ya se mencionó anteriormente han sido ampliamente extendidos, sin embargo en la mayoría de los procesos de diseño y desarrollo de sistemas no se toman en cuenta.

Para el diseño centrado en el usuario, la Usabilidad se considera actualmente como un atributo de calidad fundamental, por otro lado la Accesibilidad apenas constituye un factor de inclusión para no discriminar a una parte representativa de usuarios.

2.3.1 La Usabilidad

Un atributo indispensable para asegurar la calidad en el diseño y desarrollo de software, es como hemos visto la Usabilidad. La normativa ISO 9241 en su apartado 210, define la usabilidad como: “El grado en que un sistema, producto o servicio puede ser utilizado por usuarios específicos para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico”[6].

Anteriormente, la tecnología no estaba al alcance de todos, debido a que era muy cara y difícil de usar ya que las interfaces eran desarrolladas sin ningún criterio por lo cual era accesible sólo para especialistas, desarrolladores y responsables de mantenimiento del sistema que debían poseer un conocimiento previo para poder usar el sistema. Con el tiempo surgieron pautas, principios y regulaciones de usabilidad que formalizaron y extendieron la importancia de la adopción del atributo de calidad en los procesos de diseño y desarrollo de software, logrando que la tecnología evolucionará haciéndola más simple y personalizada para una amplia diversificación de usuarios.

Como resultado de esta evolución actualmente usuarios sin ningún conocimiento en informática, pueden utilizar todas las funcionalidades, así como sacar el mayor provecho de las capacidades de los sistemas ya sea en su ordenador personal o en su móvil sin ayuda de un manual de uso o de un experto en informática. Por lo tanto, cada vez se incrementa más el número de usuarios diversos que demandan más y mejor tecnología, lo que hace imperativo el uso de principios y pautas de usabilidad en los procesos de desarrollo de software, como las Heurísticas de Usabilidad de Jakob Nielsen [30] basadas en 249 problemas de usabilidad identificados, las cuales se describen más adelante.

La usabilidad como se comentó anteriormente, representa un atributo de calidad imprescindible, pero es importante conocer los beneficios que se pueden obtener para fomentar su inclusión en los procesos de diseño y desarrollo de software. A continuación se

describen sus principales beneficios:

Desarrollo

- Los costes y el tiempo de desarrollo se reducen al evitar el rediseño y disminuir el número de cambios de diseño y desarrollo.
- Los sistemas fáciles de usar requieren menos mantenimiento, soporte y capacitación a usuarios.

Uso interno

- Los sistemas fáciles de usar reducen el esfuerzo necesario para su uso y permiten a los usuarios ejecutar más tareas.
- Un sistema usable se adapta mejor al modelo mental de los usuarios, por lo que minimiza el tiempo de aprendizaje.
- Mejora la calidad de vida de los usuarios reduciendo el estrés e incrementando su satisfacción y productividad.

Ventas

- Un sistema más usable es más fácil de comercializar.
- La implementación adecuada de la usabilidad mejora el diseño de la interfaz de usuario, así como la calidad de uso.
- Los sistemas más usables son más fáciles de comprender y usar, por lo que ayudan a reducir los costes de implementación.

2.3.2 La Accesibilidad

Hasta el momento, no se ha encontrado una definición formal y totalmente aceptada del concepto accesibilidad, la definición más reciente pertenece a la normativa ISO 9241 en su apartado 210 que define la accesibilidad como: “La facilidad de uso de un producto, servicio, entorno o instalaciones por personas con la más amplia gama de capacidades [6]”.

Más de mil millones de personas viven en todo el mundo con alguna forma de discapacidad, de ellas casi 200 millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento. En los años futuros, la discapacidad será un motivo de preocupación aún mayor pues su prevalencia está aumentando, debido a que la población está envejeciendo y el riesgo de discapacidad es superior entre los adultos mayores y también al aumento mundial de enfermedades crónicas, tales como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y los trastornos de salud mental [31].

La discapacidad forma parte de la condición humana, debido a que casi todas las personas sufrirán algún tipo de discapacidad transitoria o permanente en algún momento de su vida. La discapacidad es compleja y las intervenciones para superar las desventajas asociadas a ella son múltiples, sistemáticas y varían según el contexto. Se estima que más de mil

millones de personas viven con algún tipo de discapacidad, es decir alrededor del 15% de la población mundial (según las estimaciones de la población mundial 2010). Esta cifra es superior a las estimaciones previas de la Organización Mundial de la Salud, correspondientes a los años 1970, que eran de aproximadamente un 10% [31].

En total hay 3,8 millones de personas con discapacidad residiendo en los hogares españoles, de los que 2,3 millones son mujeres que representan el 59,8% y 1,5 millones son hombres que representan el 40,2% del total de la población con discapacidad residente en hogares familiares [32].

Los grupos de discapacidad más frecuentes en personas de seis y más años en España, según la Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia EDAD 2008 son los que afectan a la movilidad, vida doméstica y autocuidado como se puede observar en la Tabla.4 [32].

Grupo de discapacidad		Miles de personas
1	Movilidad	2.544,1
2	Vida doméstica	2.095,3
3	Autocuidado	1.834,6
4	Audición	1.064,6
5	Visión	979,2
6	Comunicación	737,2
7	Aprendizaje y aplicación de conocimientos y desarrollo de tareas	630,1
8	Interacciones y relaciones personales	620,9

Tabla 4 Grupos de discapacidad en España 2008

Como se demuestra estadísticamente, las personas con discapacidad no representan la minoría de la población, sino todo lo contrario, ya que la población de personas con discapacidad se ha incrementado gradualmente durante los últimos años y es probable que siga su incremento, por tal motivo es importante proveer normativas que regulen el desarrollo y diseño adecuado de recursos tecnológicos que puedan ayudar a mejorar la calidad de vida e incrementar las posibilidades de inclusión y participación activa de las personas con discapacidad en la sociedad.

Derivado de estas necesidades, se crea el organismo Internacional World Wide Web Consortium (W3C), cuya principal labor es desarrollar principios y recomendaciones de accesibilidad que regulen la Web con el objetivo de que cada vez más usuarios con diferentes capacidades puedan hacer uso de los servicios y de la tecnología disponible en la Web.

Como resultado de adoptar y hacer buen uso de las pautas y principios de accesibilidad, se pueden obtener los siguientes beneficios:

- La aplicación de regulaciones de accesibilidad, dan como resultado considerables mejoras en los procesos de desarrollo. Conceptos como la separación de contenido y presentación o el uso de estándares facilitan el desarrollo y mantenimiento, así como mejoran la reutilización de los recursos y disminuyen la carga de trabajo del hardware.
- La inclusión de las pautas de accesibilidad, conlleva un ahorro de costes como consecuencia de las mejoras en los procesos de desarrollo.
- La necesidad de proporcionar equivalentes textuales, así como la estructuración y la semántica de los contenidos, da como resultado el enriquecimiento de la información de la Web de forma que los contenidos pueden ser indexados más efectivamente por los buscadores.
- La accesibilidad ayuda a lograr que el usuario pueda utilizar el sistema, sin ayuda adicional mediante diferentes dispositivos o configuraciones según sus características y necesidades de usuario.
- Los sistemas accesibles son más "usables" para todo el mundo, debido a que la Accesibilidad al igual que la Usabilidad incluye conceptos como la sencillez, facilidad en el manejo de la navegación y eficiencia en la interacción con la interfaz de usuario.
- Al mejorar la accesibilidad del sistema, se incrementa el público objetivo debido a que no se excluyen grupos de usuarios que pueden requerir acceder, poniendo a su alcance todas las ventajas y beneficios que conlleva la funcionalidad de la aplicación.

2.3.3 La Usabilidad y la Accesibilidad

Como se ha demostrado anteriormente, los conceptos de Usabilidad y Accesibilidad están estrechamente relacionados y ambos tienen la misma importancia y relevancia para ayudar a lograr la calidad necesaria en los sistemas.

Algunos autores consideran que la Accesibilidad es parte de la Usabilidad, como es el caso de la normativa ISO 25010:2011[33] que define la Accesibilidad como: “Una subcaracterística de calidad perteneciente a la Usabilidad” y otros que la Usabilidad es la que forma parte de la Accesibilidad. En cualquier caso, el cumplimiento de la Usabilidad no debe suponer el cumplimiento de la Accesibilidad y el cumplimiento de la Accesibilidad tampoco debe suponer el cumplimiento de la Usabilidad, debido a que ambos atributos de calidad, aunque son conceptos estrechamente relacionados, ambos deben ser tomados con la misma importancia y prioridad en el desarrollo de software.

La Usabilidad es una condición necesaria, pero no suficiente para ofrecer una buena Accesibilidad. El concepto de Accesibilidad es más amplio debido a que cuando hablamos de Usabilidad nos estamos refiriendo a un grupo de usuarios específicos, mientras que cuando hablamos de Accesibilidad nos referimos a una amplia gama de usuarios con

diferentes capacidades, sin embargo el hecho de cumplir con todas las pautas y principios de accesibilidad para un sistema o sitio Web, no significa que el sitio Web o sistema tenga Usabilidad.

Podemos decir que la Accesibilidad asegura que desde cualquier dispositivo se pueda acceder a los contenidos, mientras que la Usabilidad recomienda dónde colocar los contenidos para que sean de fácil acceso para los usuarios.

Concluyendo, ambos atributos de calidad son autónomos, porque cada uno tiene su significado y características propias, pero están estrechamente relacionados, ya que ambos forman parte importante del proceso de diseño centrado en el usuario, por tal motivo el cumplimiento de ambos tanto de la Usabilidad como de la Accesibilidad se hace indispensable para el logro de la calidad esperada de los sistemas.

2.4 Modelos de calidad y madurez existentes

En esta sección, se describirán detalladamente los estándares de calidad y modelos madurez generales: ISO 9001, el Modelo de Madurez de Capacidad (CMM), el Modelo de Madurez de Capacidad de Personas (People CMM), el Modelo de Madurez de Capacidad Integrado (CMMI) y la normativa ISO 15504 SPICE para la Determinación de la Capacidad de Mejora del Proceso de Software, que han sido seleccionados como tema de estudio, debido a su gran aceptación y extensión en el campo de la ingeniería de software. De igual manera, se profundizará en los modelos de madurez específicos: Corporate Usability Maturity de Jakob Nielsen, Usability Maturity Model: Processes (UMM), Corporate UX Maturity, Keikendo Maturity Model y Accessibility Maturity Model derivados de la aplicación de la técnica de búsqueda implementada en la sección 2.1, debido a que incluyen la Usabilidad o la Accesibilidad, pero no ambas en conjunto, dentro de sus prácticas como tema central de estudio, denotando posibles aportaciones al presente trabajo.

A continuación, se describen los modelos de calidad y modelos de madurez generales y específicos con el propósito de conocer sus principales fortalezas y debilidades para su posterior análisis y comparación que permita corroborar la hipótesis de partida H_2 .

2.4.1 ISO 9001

La normativa ISO 9001, establece un conjunto de requisitos estandarizados para un sistema de gestión de la calidad, a través de un marco probado para la adopción de un enfoque sistemático que permita gestionar los procesos de la Organización para el desarrollo de un producto que satisfaga las expectativas de los clientes. Los requisitos que se especifican en esta normativa son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones sin importar su tipo, tamaño y producto suministrado.

El cumplimiento de la Organización con estos requisitos, permite la certificación por medio de una entidad externa. Esta normativa utiliza el “enfoque basado en procesos” reconociendo que los procesos consisten en una o más actividades vinculadas que requieren

recursos y deben ser gestionadas para formar elementos de entrada al siguiente proceso o para el desarrollo del producto final. A continuación, la Ilustración 1 muestra un modelo de gestión de calidad basado en procesos.

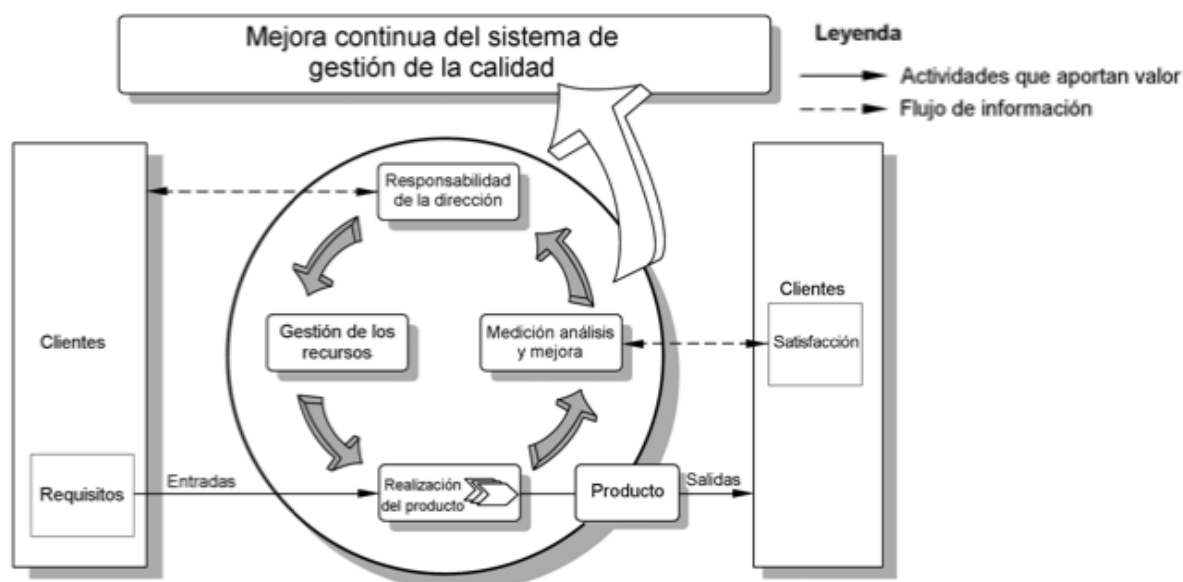


Ilustración 1 Modelo de sistema de gestión de calidad

La estructura de esta normativa esta conformada por las siguientes etapas:

1. **Planificar:** Establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados, de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la Organización.
2. **Hacer:** Implementar los procesos definidos.
3. **Verificar:** Realizar el seguimiento de la medición de los procesos respecto al cumplimiento de las políticas, objetivos y requisitos para el desarrollo de los productos, así como informar los resultados.
4. **Actuar:** Tomar acciones pertinentes para mejorar continuamente el desempeño de los procesos que repercute en la calidad de los productos y servicios.

El estándar ISO 9001 basa sus procesos en un conjunto de principios de gestión de calidad:

- Enfoque al cliente, liderazgo e implicación de todo el personal
- Enfoque a procesos
- Enfoque al sistema hacia la gestión y mejora continua
- Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones y relaciones con los proveedores.

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado esta normativa como tema de estudio destacan las siguientes:

1. La capacidad de la normativa para certificar su cumplimiento, incrementando su

- adopción y uso por las Organizaciones.
2. La inclusión de principios de gestión de calidad, que aportan a los procesos sólidas bases para el aseguramiento de la calidad y logro de la satisfacción del cliente.
 3. Su generalidad y aplicabilidad a todas las Organizaciones sin importar su tipo, tamaño y producto suministrado.

Finalmente entre las principales desventajas que presenta esta normativa, destacan las siguientes:

1. Debido a su generalidad, no proporciona información que guíe paso a paso en su aplicación, así como tampoco se incluyen casos concretos que demuestren el uso y aplicación de esta normativa.
2. La certificación del cumplimiento de la normativa, implica la utilización de una gran cantidad de recursos humanos, materiales y económicos, que algunas empresas pequeñas y medianas no se pueden permitir.
3. Los costos y esfuerzos necesarios para la implementación y mantenimiento de la normativa son elevados.
4. Derivado de su generalidad de aplicación a cualquier industria y sector, no incluye prácticas, requisitos y directrices específicas aplicables al sector de interés.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que esta normativa, no se centra en el tema principal de estudio, debido a que, aunque el objetivo de esta normativa es asegurar la calidad en los procesos, no centra estos procesos en la Usabilidad, ni en la Accesibilidad, por tal motivo esta normativa no se considera apta como tema central de estudio.

2.4.2 CMM (*Capability Maturity Model*)

El Modelo de Madurez de Capacidad (CMM), es una guía para la mejora de procesos de desarrollo de software de la Organización a través de mejores prácticas de gestión. CMM ayuda a las organizaciones a controlar sus procesos para desarrollo y mantenimiento del software y a evolucionar hacia la cultura de ingeniería de software y excelencia en la administración. El modelo CMM, fue diseñado para guiar a la Organización de software en el proceso de selección de estrategias de mejora, para determinar el nivel actual de madurez e identificar algunos problemas críticos en la calidad del software y en la mejora del proceso. La estructura del modelo CMM consta de los siguientes componentes:

1. **Niveles de madurez:** Indican las capacidades de proceso que se espera en ese nivel, los cuales son:
 - **Nivel 1 Inicial:** En este nivel Inicial, no existen áreas o funciones definidas, así como tampoco puntos de control en el proceso del proyecto.
 - **Nivel 2 Repetible:** En este nivel, se definen claramente los puntos de control en cada etapa del proyecto.
 - **Nivel 3 Definido:** En este nivel, los procesos comunes para desarrollo y mantenimiento del software, están documentados de manera accesible para consulta

- y uso del equipo de desarrollo.
- **Nivel 4 Administrado:** En este nivel, se establecen las métricas para medición y control de los procesos. Estas métricas, se establecen con criterios cuantitativos formalmente definidos, con el objetivo de brindar información sobre la calidad y estado del proyecto para identificar cualquier desviación del proyecto y poder actuar tempranamente para corregirla.
 - **Nivel 5 Optimizado:** En este nivel, cada proceso es analizado y controlado permanentemente, con el objetivo de ser mejorado continuamente a través de los controles que permiten la mejora continua y que son implementados en todas las áreas clave del proceso.
2. **Capacidades de proceso:** Describen una serie de resultados que se esperan lograr siguiendo el proceso de software.
 3. **Áreas clave del proceso:** Cada nivel de madurez, incluye una serie de áreas clave del proceso y cada área del proceso, define un conjunto de actividades relacionadas, que juntos logran un conjunto de objetivos definidos para ese nivel.
 4. **Metas:** Prácticas claves asociadas a un área clave de proceso, que describen el alcance, límites y la intención del área de proceso clave. Las prácticas se utilizan para determinar si la organización ha puesto en marcha el área de proceso clave.
 5. **Características comunes:** Se utilizan para indicar la efectividad de un proceso clave, las cuales son: el compromiso de realizar, la capacidad para realizar, actividades realizadas, mediciones y análisis y verificación e implementación.
 6. **Prácticas claves:** Describen las actividades y la infraestructura necesaria para implementar efectivamente e institucionalizar un área clave de proceso. A continuación, la Ilustración 2 presenta los 5 niveles de madurez definidos por el modelo:

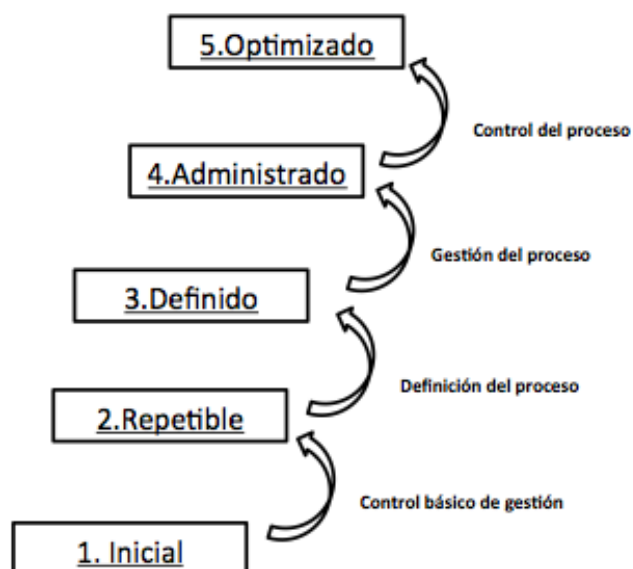


Ilustración 2 Niveles de madurez CMM

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado este modelo de madurez como tema de estudio, destacan las siguientes:

1. Este modelo de madurez representa una útil herramienta para ayudar a las Organizaciones de desarrollo de software a mejorar sus procesos.
2. Este modelo de madurez, define un conjunto de prioridades para atacar los problemas del software.
3. Provee una estructura conceptual para mejorar la gestión y desarrollo de productos de software de una manera sistemática y consistente.
4. Incrementa la posibilidad de que una Organización de desarrollo de software alcance sus metas de costos, calidad y productividad de una manera disciplinada y consistente.

Finalmente entre las principales desventajas que presenta este modelo de madurez, destacan las siguientes:

1. Este modelo de madurez contempla, solamente el análisis de procesos del desarrollo de software, no involucra áreas como marketing, soporte final, finanzas, entre otras.
2. El proceso de implementación y desarrollo de este modelo de madurez es muy largo y costoso, como el de la normativa ISO 9001 analizada anteriormente.
3. La adopción de este modelo de madurez puede generar una resistencia mayor por parte de los miembros del equipo de desarrollo de software, debido a que las exigencias son más detalladas y demanda su participación activa.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que este modelo no se centra en el tema principal de estudio, debido a que, aunque es un modelo de madurez que guía a las Organizaciones hacia la calidad y mejora continua de sus procesos, no centra estos procesos en la Usabilidad, ni en la Accesibilidad, por tal motivo este modelo no se considera apto como tema central de estudio.

2.4.3 People CMM

El Modelo de Madurez de Capacidad de Personas (People CMM), es una guía para la implementación de las prácticas de mejora continua, diseñado para ayudar a las Organizaciones a mejorar la capacidad de su equipo humano su efectividad. Este modelo se deriva de CMM, sin embargo a diferencia de CMM esta enfocado completamente en la integración de buenas prácticas para mejorar las capacidades de los recursos humanos de la Organización, así como en mejorar y promover la cultura Organizacional.

People CMM ofrece un marco de mejora de la madurez, para que las organizaciones puedan utilizar para gestionar y mejorar sus acciones, para atraer, motivar y retener al personal mejor cualificado. Los componentes de la estructura del modelo son los niveles de madurez, áreas de proceso, metas y prácticas. En la estructura de este modelo las prácticas se representan como guías para satisfacer los objetivos de las áreas de proceso, proporcionando los objetivos y el alcance de cada área. Las áreas de proceso contribuyen como un medio por el cual la Organización es transformada en cada nivel de madurez para producir una nueva capacidad organizacional. Los 5 niveles de madurez del modelo son:

- **Nivel 1 Inicial:** En este nivel, las organizaciones tienen dificultades para retener al personal con talento en el Organización. Las prácticas de recursos humanos, son a menudo inconsistentes, en algunas áreas de la organización no existen prácticas de recursos humanos definidas.
- **Nivel 2 Gestionado:** En este nivel, las áreas de proceso de la Organización se centran en le establecimiento de prácticas básicas de recursos humanos, que puedan ser continuamente mejoradas para desarrollar las capacidades de la fuerza laboral.
- **Nivel 3 Definido:** En este nivel, ya se han establecido las prácticas básicas de recursos humanos, por lo que la Organización se centra en desarrollar las competencias necesarias que mejoren el desempeño de la fuerza laboral.
- **Nivel 4 Predecible:** En este nivel, la Organización entiende y controla el desempeño cuantitativamente de la fuerza laboral, con el objetivo de planificar y gestionar el desempeño futuro, ayudando a tomar acciones de mejora.
- **Nivel 5 Optimizado:** En este nivel, la Organización mejora continuamente la capacidad de la fuerza laboral, a través de los resultados cuantitativos y de la implementación de programas para que el personal mejore su desempeño laboral. A continuación la Ilustración 3 presenta los niveles y áreas del proceso del modelo.

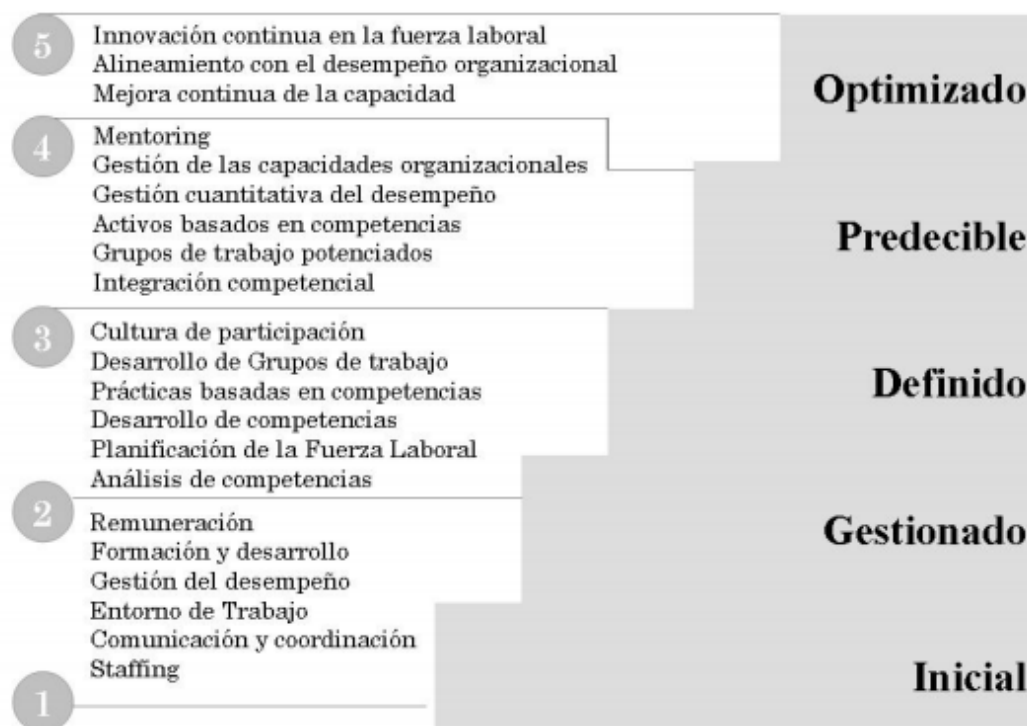


Ilustración 3 Niveles y áreas de proceso P-CMM

Este modelo, como muestra la ilustración, centra sus esfuerzos en satisfacer cuatro objetivos claves:

1. Desarrollar las capacidades del personal de la Organización.
2. Crear equipos de trabajo basados en las competencias y desarrollo de la cultura de

- participación organizacional.
- 3. Fomentar de la motivación y gestión del rendimiento del personal.
- 4. Estructurar la capacidad de trabajo, a través del establecimiento de prácticas base para aplicar en la selección del personal y en los cambios en la estructura Organizacional base.

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado este modelo de madurez como tema de estudio, destacan las siguientes:

1. Este modelo de madurez, es de fácil integración a las Organizaciones que cuenten con un proceso de madurez de software adoptado previamente.
2. People CMM ofrece una guía para prácticas específicas, ayudando a la Organización a resolver problemas particulares de determinadas prácticas de trabajo.
3. Ayuda a desarrollar las capacidades del personal, centrándose en sus necesidades y requerimientos, lo que incrementa la retención de talentos.
4. Promueve la cultura Organizacional, mejorando la comunicación interna y externa con los clientes, proveedores etc.

Finalmente, entre las principales desventajas que presenta este modelo de madurez destacan las siguientes:

1. Este modelo no especifica cómo debe implementarse el programa de mejora, debido a que solamente señala un plan de desarrollo para la Organización, indicando las necesidades que deben cubrirse junto con un modelo de cómo debe implementarse el programa generado.
2. Al estar enfocado solamente a un área específica: mejora de la capacidad del personal organizacional, descuida la inclusión de otras áreas específicas que merecen importancia dentro de la mejora de procesos, como: soporte, marketing, finanzas etc.
3. Se requiere que la Organización goce de un cierto nivel de madurez previamente para poder ser implementado, excluyendo a las Organizaciones que aún no tienen un modelo de madurez implementado.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que este modelo no se centra en el tema principal de estudio, debido a que, es un modelo de madurez para mejora de la capacidad de la fuerza laboral, por lo que, no centra sus procesos en la Usabilidad, ni en la Accesibilidad, por tal motivo este modelo no se considera apto como tema central de estudio.

2.4.4 CMMI (*Capability Maturity Model Integration*)

Surge como una continuación del modelo CMM y constituye un marco de referencia de la capacidad de las Organizaciones de desarrollo del software en el desempeño de sus diferentes procesos, proporciona una base para la evaluación de la madurez de las mismas y

una guía para implementar una estrategia para la mejora continua. El modelo CMMI presenta dos representaciones:

- **Continua:** Enfocada en la capacidad de cada área de proceso, estableciendo así una línea base para que a partir de ésta, se mida la mejora individual en cada área. Al igual que el modelo por etapas este modelo tiene áreas de proceso que contienen prácticas, pero éstas se organizan de manera que soportan el crecimiento y la mejora de un área de proceso individual.
- **Por etapas:** Relacionada con la madurez Organizacional, en la cual se da un mapa predefinido dividido en etapas (niveles de madurez), para la mejora organizacional basada en procesos probados, agrupados y ordenados así como en sus relaciones asociadas. Cada nivel de madurez tiene un conjunto de áreas de proceso que indican donde una Organización debería enfocar la mejora de su procesos. Cada área de proceso se describe en términos de prácticas que contribuyen a satisfacer sus objetivos. Las prácticas describen las actividades que más contribuyen a la implementación eficiente de un área de proceso y aumentan el nivel de madurez cuando se satisfacen los objetivos de todas las áreas de proceso de un determinado nivel de madurez, los cuales son:
 - **Nivel 1 Inicial:** En este nivel, los procesos, son generalmente ad-hoc y caóticos. La Organización no proporciona un entorno estable que de soporte a los procesos.
 - **Nivel 2 Gestionado:** En este nivel, los proyectos de la Organización se planifican y realizan de acuerdo a políticas establecidas, se monitorizan, controlan y evalúan.
 - **Nivel 3 Definido:** En este nivel, se especifican estándares, procedimientos, herramientas y métodos que ayuden a establecer el proceso y mejorarlo a largo plazo.
 - **Nivel 4 Gestionado cuantitativamente:** En este nivel, la Organización establece objetivos cuantitativos a los proyectos, con el objetivo de medir la calidad y el rendimiento del proceso.
 - **Nivel 5 Optimizado:** En este nivel, la Organización mejora continuamente la calidad y rendimiento de sus procesos, basándose en los resultados cuantitativos obtenidos.

Ambas representaciones (continua y por etapas), incluyen metas genéricas y específicas, definiciones de resultados a obtener por la implementación efectiva de los grupos de prácticas, así como prácticas genéricas y específicas a realizar para cumplir objetivos de las áreas de proceso. A continuación la Ilustración 4 presenta los 5 niveles de madurez del modelo.



Ilustración 4 Niveles de madurez CMMI

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado este modelo de madurez como tema de estudio, destacan las siguientes:

1. Ayuda a las Organizaciones a alcanzar la madurez y mejora continua de sus procesos de desarrollo de software repercutiendo en la mejora de la calidad de sus productos y servicios.
2. Este modelo de madurez, mejora significativamente la comunicación interna Organizacional y externa con los clientes.
3. Ayuda a reducir el número de defectos del software, detectándolos en etapas tempranas de su ciclo de vida.
4. Permite reducir los trabajos de mantenimiento y soporte del software.
5. Este modelo incluye las prácticas de institucionalización que permiten asegurar que los procesos asociados con cada área de proceso sean efectivos, repetibles y duraderos.
6. Este modelo ofrece un guía paso a paso para la mejora, a través de los niveles de madurez y capacidad.
7. Permite la transición del aprendizaje individual al aprendizaje Organizacional por medio de la mejora continua, lecciones aprendidas, uso de bibliotecas y bases de datos de proyectos mejorados.

Finalmente entre las principales desventajas que presenta este modelo de madurez destacan las siguientes:

1. El proceso de evaluación del modelo de madurez requiere de costos y esfuerzos elevados.
2. El proceso de implementación del modelo de madurez precisa de muchos esfuerzos y recursos.
3. La complejidad de la evaluación continua puede dificultar el logro de los objetivos

específicos de madurez.

4. Carece de una adecuación al enfoque de servicios de tecnología, debido a que se centra en el proceso de desarrollo de software descuidando un área clave y en crecimiento del sector tecnológico.
5. Este modelo de madurez, es demasiado normativo lo que dificulta la adopción para medianas y pequeñas organizaciones, debido a que su operación y madurez es diferente que el de las organizaciones más grandes.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que este modelo no se centra en el tema principal de estudio, debido a que, aunque este modelo de madurez ayuda a las Organizaciones a alcanzar la madurez y mejora continua de sus procesos de desarrollo de software, no centra estos procesos en la Usabilidad, ni en la Accesibilidad, por tal motivo este modelo no se considera apto como tema central de estudio.

2.4.5 ISO 15504 SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination)

ISO/IEC 15504 SPICE (Determinación de la Capacidad de Mejora del Proceso de Software) es un estándar Internacional para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento del software que tiene el objetivo de desarrollar un conjunto de medidas de capacidad estructuradas para todos los procesos del ciclo de vida. Este modelo, tiene una arquitectura basada en dos dimensiones: de proceso y de capacidad de proceso. Especifica que todo modelo de evaluación de procesos debe definir: la dimensión de procesos que debe ser el modelo de procesos de referencia y la dimensión de la capacidad, que son los niveles de capacidad y atributos de los procesos. Los niveles de capacidad definidos son:

- **Nivel 0. Incompleto:** En este nivel, el proceso no logra su propósito.
- **Nivel 1. Realizado:** En este nivel, se implementa el proceso definido, el cual logra su propósito definido.
- **Nivel 2. Gestionado:** En este nivel, el proceso realizado se implementa de manera gestionada (planificada, monitoreada y ajustada).
- **Nivel 3. Establecido:** En este nivel, el proceso gestionado se utiliza utilizando un proceso definido que es capaz de lograr los resultados del proceso.
- **Nivel 4. Predecible:** En este nivel, el proceso establecido opera dentro de los límites definidos para alcanzar los resultados del proceso.
- **Nivel 5. Optimizado:** En este nivel, el proceso predecible se mejora continuamente para satisfacer las necesidades y objetivos del negocio.

Para cada nivel existen unos atributos de procesos y prácticas de gestión que ayudan a evaluar los niveles de capacidad. A continuación, la Ilustración 5 presenta los niveles de capacidad y atributos del proceso de esta normativa.

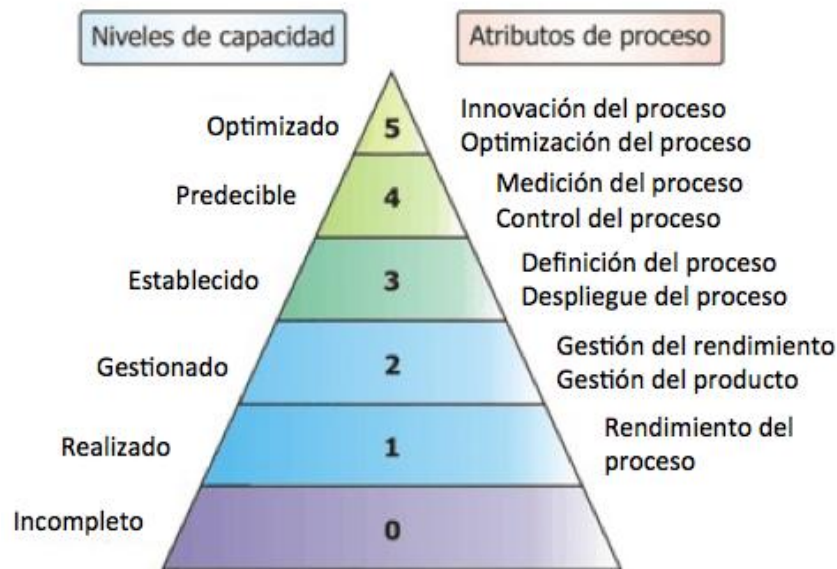


Ilustración 5 Niveles de capacidad ISO 15504

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado esta normativa como tema de estudio, destacan las siguientes:

1. Ayuda a las Organizaciones a alcanzar un nivel de madurez en sus procesos de desarrollo de software a través de la mejora continua.
2. Esta normativa, define un conjunto de criterios de conformidad que permiten la comparación de modelos externos de procesos y encontrar requisitos comunes.
3. El modelo de evaluación de mejora de procesos de software de esta normativa está ampliamente extendido y adoptado por empresas de desarrollo de software con procesos formalizados.
4. Esta normativa es ampliamente compatible y fácil de integrar con otros modelos de procesos.
5. Es el modelo mayor probado y consensuando.
6. Primer modelo de dos dimensiones independientes (para los procesos y la capacidad).
7. El coste de certificación de este modelo es significativamente menor que otros modelos.
8. Es el modelo con mayor reconocimiento en el mercado Europeo. En España este modelo cuenta con el apoyo del Ministerio de Industria de España para la certificación de las PYMES.

Finalmente, entre las principales desventajas que presenta esta normativa destacan las siguientes:

1. Esta normativa permite que el dominio de procesos sea tan amplio para abarcar todos los posibles ciclos de vida, de tal manera que hace difícil que todos los atributos del

- proceso sean universales provocando dificultad y confusión durante la evaluación.
2. Esta normativa es inadecuada para implementar en metodologías ágiles que no precisen del tiempo, recursos y esfuerzos necesarios. Sin embargo, es importante mencionar que existen guías pensadas para Pymes con las que numerosas empresas se han certificado usando metodologías ágiles como SCRUM.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que este modelo especificado por esta normativa, no se centra en el tema principal de estudio, ya que aunque ayuda a las Organizaciones a alcanzar un nivel de madurez en sus procesos de desarrollo de software a través de la mejora continua, no centra estos procesos en la Usabilidad, ni en la Accesibilidad. Sin embargo debido a que es el modelo mayor probado y consensuando, así como es ampliamente compatible y fácil de integrar con otros modelos de procesos, la escala de capacidad U+A SPICE propuesta en este trabajo, toma de base los niveles de madurez de este modelo.

2.4.6 Corporate Usability Maturity: Jakob Nielsen (CUM)

Este modelo de madurez describe cómo las organizaciones evolucionan y maduran a través una secuencia de etapas, al adoptar el proceso de Usabilidad parten desde la hostilidad inicial a la confianza generalizada. El proceso de madurez de Usabilidad en una empresa pasa por ocho etapas que se describen a continuación:

Etapas 1. Hostilidad hacia Usabilidad: En esta etapa, el personal de la empresa sólo esta enfocado al desarrollo, funcionalidad y a resaltar las características del sistema sin ocuparse y preocuparse por incluir la Usabilidad.

Etapas 2. Usabilidad centrada en el Desarrollador: En esta etapa, el enfoque para el equipo de diseño es confiar en su propia intuición acerca de lo que constituye una buena Usabilidad, como resultado se obtiene un diseño centrado en el desarrollador.

Etapas 3. Usabilidad Skunkworks: En esta etapa, la organización se da cuenta de que no se debe confiar en el criterio personal del equipo de diseño para decidir lo que es fácil de usar. Sin embargo, aun cuando los diseñadores saben que deben obtener datos externos no se esfuerzan lo suficiente para adquirirlos y siguen basando las decisiones de diseño en su propio juicio.

Etapas 4. Presupuesto dedicado a la Usabilidad: En esta etapa, ya hay un presupuesto específico destinado a la usabilidad. Por pequeño que sea el presupuesto, se ha reservado con anticipación, lo que significa que la Usabilidad está prevista de la misma manera que otros procesos de calidad.

Etapas 5. Usabilidad Gestionada: En esta etapa, hay un grupo de Usabilidad oficial encabezado por un administrador de usabilidad cuyo trabajo es pensar en la facilidad de uso de todos los proyectos en toda la Organización.

Etapa 6. Proceso de Usabilidad Sistemático: En esta etapa, la empresa cuenta con un proceso que da lugar al seguimiento de la calidad de la experiencia de usuario a lo largo de los procesos de diseño y a través de los comunicados.

Etapa 7. Diseño Centrado en el Usuario Integrado: En esta etapa, la empresa comienza a utilizar los datos de Usabilidad para determinar lo que se debe construir.

Etapa 8. Corporación impulsada por los Usuarios: En esta etapa, los datos del usuario no se limitan a definir los proyectos individuales, sino determinan qué tipos de proyectos de la empresa se deben financiar.

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado este modelo como tema de estudio, destacan las siguientes:

1. El modelo esta enfocado en la madurez de la Usabilidad en las Organizaciones, lo que representa una aportación importante para el desarrollo del modelo propuesto en este trabajo.
2. La descripción del modelo es muy clara y de fácil entendimiento, por lo que se han desarrollado nuevas propuestas de modelos de madurez a partir de este modelo.
3. El modelo describe la madurez, a través de claros indicadores en cada etapa facilitando reconocer cuando se puede avanzar de un nivel a otro.
4. Este modelo no es prescriptivo, ni extenso, por lo que puede ser utilizado fácilmente por cualquier tipo de empresa de desarrollo de software.

Finalmente entre las principales desventajas que presenta este modelo destacan las siguientes:

1. Este modelo no describe detalladamente que actividades se tienen que realizar para alcanzar la madurez de usabilidad necesaria, se limita a detallar las etapas por las cuales una Organización atraviesa en busca de la Usabilidad.
2. El modelo puede desmotivar a las empresas de reciente creación en la adopción de un enfoque centrado en Usabilidad debido a que especifica, que para alcanzar el nivel más alto de madurez en Usabilidad se requieren más de 20 años.
3. El modelo carece de la formalidad y descripción necesaria para ser ampliamente utilizado y extendido.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que este modelo de madurez, se centra en el tema principal de estudio, debido a que es un modelo de madurez específico basado en Usabilidad, sin embargo no se toma como base del modelo propuesto, debido a la falta de especificación y carencia de formalidad necesaria.

2.4.7 Usability Maturity Model: Processes (UMM)

Este modelo explica el método para evaluar el grado de madurez alcanzado por una Organización en su capacidad para realizar actividades de diseño centrados en el humano.

La madurez del diseño, se indica mediante la escala de capacidad de seis niveles aplicados a los siete procesos de HCI, este modelo esta basado en las normativas: ISO 13407 [34], ISO 18529 e ISO 15504-5 [35]. El objetivo de UMM es evaluar y mejorar los procesos de desarrollo de software centrados en el humano, ayudando a los responsables de gestión del software a identificar y planificar las actividades de diseño centrado en el humano de manera eficaz y oportuna.

El modelo de madurez UMM contiene siete procesos de diseño centrados en el humano que pueden alcanzar los seis niveles de capacidad de ISO SPICE 15504 descritos anteriormente, basándose en mejores prácticas, usando y generando productos de trabajo. A continuación la Ilustración 6 muestra la estructura general del modelo.

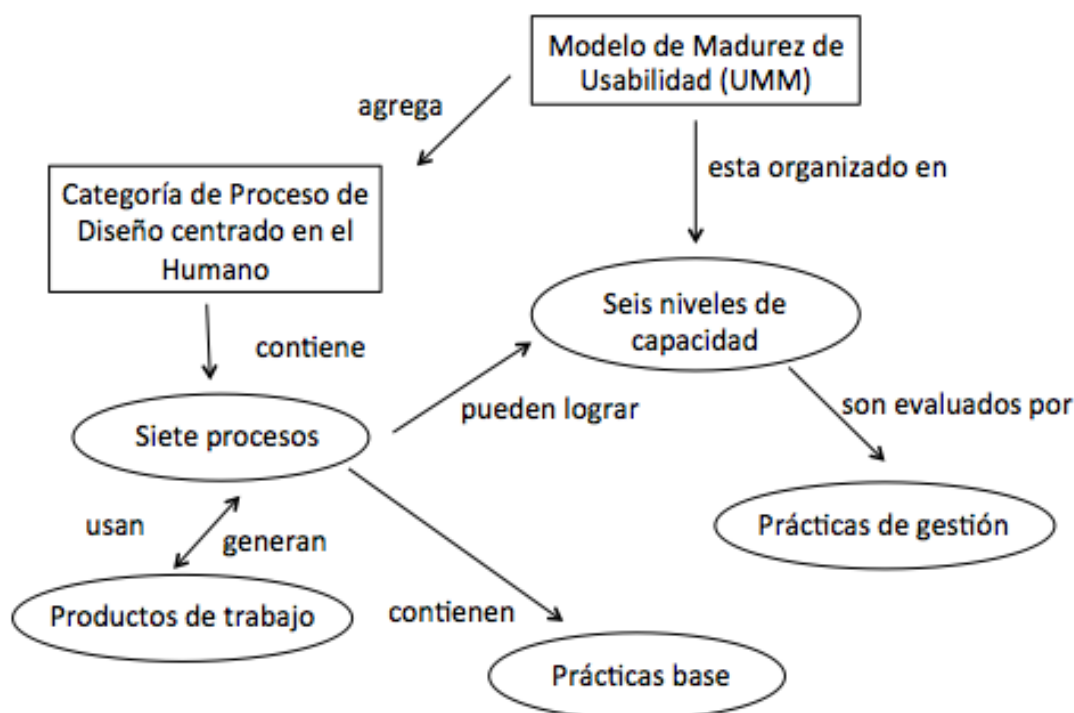


Ilustración 6 Estructura del modelo UMM

Los siete procesos de diseño centrados en el Humano definidos en el modelo son:

HCD1. Asegurar que el contenido de diseño centrado en el humano este en la estrategia del sistema: En este proceso, se asegura que la participación de los usuarios e involucrados este incluida en la estrategia del sistema, desde su concepción así como que se obtenga la información del mercado necesaria para tomarla en cuenta antes del desarrollo del sistema.

HCD2. Planificar y gestionar el proceso de Diseño centrado en el Humano: En este proceso, se fomenta y planea la participación de los usuarios e involucrados, así como se planean e incluyen las actividades centradas en el humano en el proceso de desarrollo de software.

HCD.3 Especificar los requerimientos de los involucrados y de la organización: En este proceso, se especifican los requerimientos de los involucrados y la Organización para el sistema, así como se definen los objetivos que los usuarios y la Organización desean alcanzar con el uso del sistema.

HCD.4 Entender y especificar el contexto de uso: En este proceso, se especifica el contexto de uso con el objetivo de identificar las características significativas de usuarios, sus tareas y el entorno de uso del sistema para desarrollar el sistema centrado en el contexto de uso especificado.

HCD.5 Producir soluciones de diseño: En este proceso, se asignan las tareas de diseño, así como se utilizan los conocimientos, recursos y la tecnología necesaria para desarrollar sistemas centrados en el humano.

HCD.6 Evaluar el diseño frente a los requerimientos: En este proceso, se evalúa el sistema con el objetivo de asegurar el cumplimiento de los requerimientos de usuarios y la organización, directrices, guías de estilo y la legislación aplicable.

HCD.7 Introducir y evaluar el sistema: En este proceso, se implementa el sistema y se asegura que todos los aspectos de diseño centrado en el humano hayan sido incluidos. Finalmente se desarrolla la gestión de cambios y se provee capacitación y soporte a usuarios.

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado este modelo como tema de estudio destacan las siguientes:

1. Esta enfocado en la integración de prácticas de Usabilidad en los procesos de desarrollo de software.
2. Este modelo de madurez, es para procesos de desarrollo de software iterativos incrementales permitiendo incluir tanto prácticas de Usabilidad como de Accesibilidad durante todas las etapas del proceso, debido a que ambas se deben implementar de manera iterativa e incremental para asegurar que el sistema final goce de un nivel óptimo de Usabilidad y Accesibilidad.
3. Esta enfocado en la calidad y mejora continua de los procesos de desarrollo de software.
4. Este modelo de madurez, es muy descriptivo debido a que guía paso a paso en la integración y uso del modelo.
5. Describe detalladamente las actividades que se tienen que seguir para alcanzar la madurez de los procesos.
6. Especifica los productos de trabajo de entrada que se requieren utilizar, para llevar a acabo todas las actividades de los procesos, así como los productos de trabajo de salida que se generan como resultado de la implementación exitosa de cada proceso.
7. Es el modelo de madurez centrado en Usabilidad más formalizado, ya que esta basado en las normativas más extendidas y adoptadas: ISO 15504 e ISO 13407.
8. Provee una herramienta de evaluación a través de una plantilla predefinida dando un

ejemplo de cómo se evalúa el cumplimiento del proceso centrado en el humano propuesto.

Finalmente entre las principales desventajas que presenta este modelo destacan las siguientes:

1. Este modelo de madurez a pesar de estar centrado en prácticas de Usabilidad, no incluye dentro de sus procesos prácticas centradas en Accesibilidad.
2. No provee una evaluación cuantitativa de las prácticas propuestas del modelo
3. No es muy claro en la definición de la estructura del modelo, así como el orden de ejecución de los procesos.
4. Esta enfocado en evaluar el cumplimiento de las prácticas, descuidado la evaluación de la calidad del proceso.
5. A pesar de que esta centrado en las prácticas de Usabilidad, no detalla las técnicas y metodología a utilizar para llevarlas a cabo.
6. No evalúa atributos específicos de Usabilidad, siendo este su tema central.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que este modelo de madurez se centra en el tema principal de estudio, debido a que es un modelo de madurez específico basado en Usabilidad. Por tal motivo y derivado de su amplia descripción, formalidad (basado en normativas ISO) y a su capacidad para permitir integrar prácticas de Accesibilidad, este modelo se toma como tema central de estudio.

2.4.8 Corporate UX Maturity (CUXM)

El Modelo de Madurez Experiencia de Usuario Corporativa (Corporate UX Maturity) esta basado en el Modelo de Madurez Capability Maturity Model de Jakob Nielsen. El modelo consta de cinco niveles de madurez que describen como las Organizaciones maduran a través de una secuencia de etapas, al mismo tiempo que evolucionan sus procesos hasta la gestión de la experiencia de usuario. Los cinco niveles de madurez del modelo son:

- **Nivel 0. Fase Inicial:** En este nivel la Organización no conoce el concepto de experiencia de usuario, alguien introduce el conocimiento y comienza un esfuerzo ad-hoc, en el que tal vez se incluya una revisión heurística simple en un proyecto pequeño. Si el esfuerzo tiene éxito y los beneficios son reconocidos, la Organización probablemente podrá invertir en la experiencia de usuario y avanzar en la siguiente etapa.
- **Nivel 1. Disciplina Profesional:** Una vez que la experiencia de usuario es adoptada como una disciplina profesional, algunos procesos de la experiencia de usuario que dieron resultados positivos son repetidos y adoptados como actividades base. Los resultados positivos pueden promover un presupuesto específico, así como la formación de un grupo de experiencia de usuario que desarrolle procesos y que ayude a avanzar al siguiente nivel.
- **Nivel 2. Estándar Gestionado y Proceso Consistente:** En este nivel se gestiona la experiencia de usuario, se desarrollan estándares documentados y se supervisan los

procesos. La alta gerencia puede poner en práctica estándares de experiencia de usuario para el conjunto de procesos de la organización y asegurar que estos objetivos se realizan adecuadamente. La medición de los resultados puede demostrar una reducción en el costo y tiempo de la definición, desarrollo y pruebas, logrando captar la atención de la dirección ejecutiva que podrá considerar la experiencia de usuario como una estrategia corporativa avanzando al siguiente nivel.

- **Nivel 3. Experiencia de Usuario integrada y Proceso Predecible:** En este nivel se integra la experiencia del usuario en la estrategia corporativa, utilizando métricas que controlan efectivamente la experiencia del usuario del cliente con la Organización. Si un enfoque en la experiencia del usuario se convierte en una distinción fundamental para la Organización, está avanzará al siguiente nivel.
- **Nivel 4. La Organización guiada por el Cliente:** Si uno de los principales focos de la Organización, es mejorar continuamente el desempeño de los procesos de la experiencia del usuario, la Organización se ha convertido en una Organización centrada en el cliente de un modo controlado y medido. A continuación la Ilustración 7 muestra los niveles de madurez del modelo.

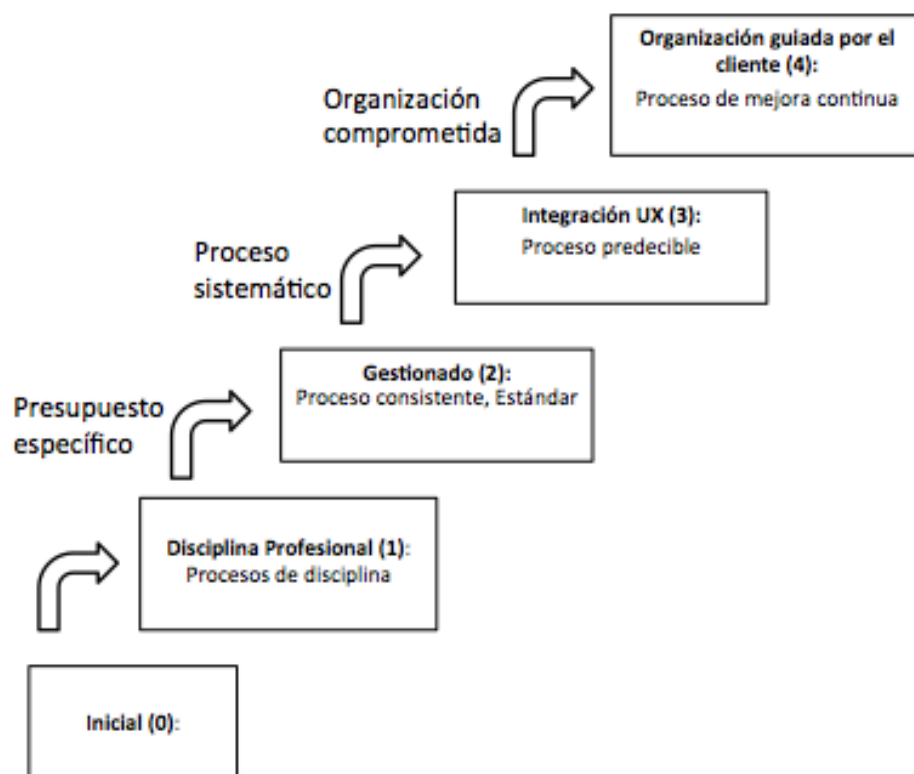


Ilustración 7 Niveles de madurez Corporate UX Maturity

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado este modelo como tema de estudio, destacan las siguientes:

1. Esta enfocado en la experiencia de usuario (Usabilidad)
2. Es fácil y sencillo de entender, lo que genera que pueda ser utilizado fácilmente
3. Esta basado en el Modelo de Madurez Capability Maturity Model de Jakob Nielsen
4. Especifica de manera clara las etapas por las cuáles a traviesa una Organización en la adopción de la experiencia de usuario.
5. Describe los indicadores clave que permiten a la Organización conseguir la madurez al avanzar de un nivel a otro.

Finalmente, entre las principales desventajas que presenta este modelo destacan las siguientes:

1. Esta poco formalizado y extendido.
2. No especifica las actividades y prácticas necesarias a seguir para alcanzar la madurez.
3. Lo único que aporta al modelo de madurez Capability Maturity Model de Jakob Nielsen, es clasificar las etapas en las que estaba basado en cinco niveles de madurez.
4. No especifica que prácticas y estándares de la experiencia de usuario se tienen que incluir en cada etapa.
5. No provee una forma de medición de las prácticas de experiencia de usuario adoptadas en los niveles de madurez.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que este modelo de madurez se centra en el tema principal de estudio, debido a que es un modelo de madurez específico basado en la experiencia de usuario (UX), sin embargo no se toma como base del modelo propuesto, debido a la falta de especificación de prácticas y carencia de formalidad necesaria.

2.4.9 Keikendo Maturity Model (KMM)

Modelo de madurez desarrollado por la empresa Keikendo para identificar el nivel de madurez de la experiencia de usuario dentro de una Organización, así como identificar barreras para su desarrollo y diseñar un plan de acción que fomente su crecimiento y expansión. Las barreras a la adopción de la experiencia de usuarios se agrupan en cinco niveles, los cuales son:

1. **Sin intención:** En este nivel la Organización, no cuenta con recursos y conocimientos sobre la experiencia de usuario y tampoco tiene la intención de incorporarlos. Herramientas para avanzar: Capacitación formal (cursos, eventos, etc.) o informal (presentaciones internas, charlas, etc.).
2. **Autorreferencial:** En este nivel las Organizaciones actúan en lugar de los usuarios, debido a que los usuarios no son considerados. Herramientas para avanzar: Las pruebas con usuarios constituyen la herramienta más poderosa en este nivel para superar las resistencias.
3. **Experto:** Un equipo de trabajo empieza a incorporar la experiencia de usuario en la

Organización, es común que se haya aplicado alguna técnica como las pruebas con usuarios. Herramientas para avanzar: La cuantificación de las pruebas con usuarios permite medir los resultados y comparar los proyectos en los cuales se aplican técnicas de experiencia de usuario con aquellos en los que no.

4. **Centralizado:** En este nivel, las Organizaciones poseen un equipo interno de experiencia de usuario, así como se aplican distintas técnicas centradas en el usuario y las pruebas con usuarios son una parte constitutiva de los procesos de diseño de productos e interfaces. Herramientas para avanzar: en este nivel resulta fundamental que las métricas de experiencia de usuario se vinculen a los KPI (Indicadores clave de desempeño) de la organización y muestren el impacto que unas tienen sobre otras.
5. **Distribuido:** En este nivel el área de Experiencia de Usuario es un área estratégica al mismo nivel que el resto de las áreas estratégicas de la Organización como Marketing, Operaciones, etc. El área de Experiencia de usuario (UX), es parte de la cultura de la Organización y participa en el proceso de descubrimiento de nuevas oportunidades de negocio, así como en el diseño y la gestión de los productos y servicios. Herramienta para avanzar: Demostrar cómo el área de Experiencia de Usuario mejora el ROI (Retorno de la inversión) de la organización.

A continuación la Ilustración 8 muestra la estructura del modelo: sus niveles, elementos incorporados, barreras de adopción y las herramientas para alcanzar los niveles de madurez.



Ilustración 8 Estructura del modelo Keikendo Maturity Model

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado este modelo como tema de estudio destacan las siguientes:

1. Esta enfocado en la experiencia de usuario.
2. Sugiere recomendaciones de mejora (herramientas) para avanzar de un nivel a otro.
3. Es claro y sencillo de entender facilitando su utilización.

4. Adicionalmente este modelo de madurez, cuenta con una prueba en línea para diagnosticar el nivel de madurez en base a preguntas específicas, así como recomendaciones de acciones a realizar para alcanzar el siguiente nivel de madurez.

Finalmente entre las principales desventajas que presenta este modelo destacan las siguientes:

1. Este modelo de madurez esta poco formalizado y extendido.
2. No especifica las técnicas y prácticas de experiencia de usuario que se tienen que incluir para alcanzar los niveles de madurez.
3. A pesar que el modelo señala la importancia de cuantificar las pruebas de usuario para medir los resultados, no especifica un método para cuantificar las prácticas de experiencia de usuario.
4. El modelo no propone métricas para evaluar la experiencia de usuario dificultando que las Organizaciones alcancen un alto nivel de madurez.
5. No especifica como debe estar conformada el área de Experiencia de Usuario, siendo está un indicador clave para alcanzar el máximo nivel de madurez.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que este modelo de madurez se centra en el tema principal de estudio, debido a que es un modelo de madurez específico basado en la experiencia de usuario (UX), sin embargo no se toma como base del modelo propuesto, debido a la falta de especificación de sus prácticas y carencia de formalidad necesaria.

2.4.10 Accessibility Maturity Model (AMM)

El Modelo de Madurez de Accesibilidad (AMM) perteneciente al Business Disability Forum, es una herramienta de autoevaluación para que las empresas identifiquen y planifiquen sus políticas clave para el desarrollo de tecnologías accesibles y utilizables. Esta herramienta esta disponible online y consiste en tener que seleccionar en ocho áreas de aplicación de la Accesibilidad el nivel de madurez que se considere alcanzado dependiendo de la descripción de los atributos del nivel, los cuales tienen asociados recomendaciones de mejores prácticas. Las ocho áreas de aplicación del Modelo de Madurez de Accesibilidad (AMM) son las siguientes:

1. **Área 1. Impulsores de Negocio:** Esta área contempla desde un nivel informal donde no se llevan a cabo reuniones para involucrar a los participantes en el proceso de establecimiento, implementación y control de políticas de accesibilidad, hasta la madurez de un nivel Optimizado donde se involucran a todos los participantes en el proceso, así como se alcanzan los objetivos de Accesibilidad desarrollados y se perciben los primeros beneficios.
2. **Área 2. Estándares y guías:** Esta área contempla desde un nivel informal donde sólo se siguen algunas reglas de Accesibilidad de manera informal, hasta la madurez de un nivel Optimizado donde se implementan y actualizan de manera frecuente normativas y buenas prácticas de Accesibilidad.

3. **Área 3. Gobernanza y gestión del riesgo del proceso:** Esta área contempla desde un nivel informal, donde no se gestiona el proceso, hasta incluir el proceso de Accesibilidad como parte de la estrategia del sistema influyendo de manera positiva en las políticas con proveedores.
4. **Área 4. Recursos y costos del impacto:** Esta área contempla desde un nivel informal donde no se controlan los recursos y costos del impacto del proceso, hasta un nivel Optimizado donde se estiman los costos y recursos generando una visión clara de la Organización que destina un presupuesto específico para la innovación.
5. **Área 5. Entrega (diseño, construcción, prueba e implementación):** Esta área contempla desde un nivel informal donde el proceso centrado en la Accesibilidad apenas es incluido en el desarrollo del sistema, hasta un nivel optimizado donde se integra la innovación y mejora continua en todo el ciclo de vida del proceso.
6. **Área 6. Adquisiciones y contratos con proveedores:** Esta área contempla desde un nivel informal donde se toman medidas mínimas para garantizar la Accesibilidad de los productos y servicios, hasta un nivel optimizado donde la Accesibilidad es un factor clave para establecer alianzas estratégicas con proveedores que ayuden a asegurar la Accesibilidad en los productos.
7. **Área 7. Sistemas heredados:** Esta área contempla desde un nivel informal donde los sistemas heredados tienen una baja Accesibilidad, hasta un nivel optimizado donde todos los sistemas heredados son accesibles
8. **Área 8. Proceso de ajustes razonables:** Esta área contempla desde un nivel informal donde no se realizan ajustes para mejora de los sistemas, hasta un nivel optimizado donde se implementa de manera controlada los ajustes derivados de las retroalimentaciones de evaluaciones periódicas para mejora del sistema.

Entre las principales ventajas por las cuales se ha seleccionado este modelo como tema de estudio, destacan las siguientes:

1. Incluye la madurez de la Accesibilidad como tema principal.
2. Dispone de una herramienta interactiva online, en la cual se puede ir seleccionando los atributos de niveles de madurez por cada área de aplicación de la Accesibilidad y al finalizar se genera un informe enviado por correo electrónico con los niveles de madurez alcanzados en las distintas áreas, así como las sugerencias de mejora.
3. Este modelo incluye algunas prácticas de usabilidad, sin embargo no centra sus procesos en esta.

Finalmente entre las principales desventajas que presenta este modelo destacan las siguientes:

1. Este modelo de madurez es poco claro y difícil de entender
2. No es un modelo formalizado y extendido
3. Carece de la descripción necesaria que especifique detalladamente las actividades necesarias para alcanzar el nivel de madurez.
4. No incluye la descripción detallada de las pautas y directrices de accesibilidad
5. El modelo de madurez no especifica métricas y técnicas de evaluación de la accesibilidad.

Por tanto, basado en las ventajas y desventajas analizadas, se puede observar que este modelo de madurez se centra en el tema principal de estudio, debido a que es un modelo de madurez específico basado en la Accesibilidad, sin embargo no se toma como base del modelo propuesto, debido a su poca claridad, así como a la falta de especificación de sus prácticas y carencia de formalidad necesaria.

2.5 Comparativa de modelos de calidad y madurez existentes

En la sección anterior se detalló las principales ventajas y desventajas de cada modelo de calidad y madurez estudiado, sin embargo para reforzar el análisis de los modelos existentes se desarrolló una comparativa basada en criterios definidos para un Modelo de proceso centrado en la Usabilidad y la Accesibilidad [3]. El objetivo de esta comparativa es identificar los modelos que cumplen con la mayoría de los criterios definidos. La siguiente Tabla.5 muestra los criterios definidos para aplicar en la comparación de los modelos.

Criterios de comparación de modelos		
1	Independiente	Que sea tecnológicamente independiente y se adecue a cualquier cambio tanto tecnológico como de paradigma
2	Aplicable	Que sea aplicable a todo tipo de proyectos independientemente de su clase y envergadura.
3	Adaptable	Que se adapte al modelo mental de los equipos multidisciplinares
4	Simple	Que sea tan simple como sea posible
5	Iterativo	Que fomente el desarrollo de sistemas evolutivos: iterativo incremental
6	Usable	Que integre la usabilidad como objetivo principal siguiendo sus principios e integrando la metodología y algunos formalismos de la ingeniería del software con la usabilidad
7	Accesible	Que integre la accesibilidad como componente fundamental de todo el proceso
8	Consistente	Que asegure que aplicado bajo las mismas circunstancias se obtengan los mismos resultados

Tabla 5 Criterios de comparación de modelos

En la Tabla.6, se puede observar la comparativa de modelos de madurez analizados en la sección 2.4, en la cual destacan los modelos que presentan un alto grado de cumplimiento con los criterios definidos en la Tabla.5, los cuales corresponden a los modelos de madurez específicos centrados en la Usabilidad: Usability Maturity Model: Processes (UMM) y Corporate Usability Maturity (CUM) de Jakob Nielsen, como se muestra a continuación.

Comparativa de Modelos de Madurez										
Criterios	ISO 9001	CMM	P-CMM	CMMI	SPICE	CUM	UMM	CUXM	KMM	AMM
1. Independiente		X	X	X	X	X	X	X	X	X
2. Aplicable			X	X	X	X	X			
3. Adaptable	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4. Simple	X			X	X	X	X	X	X	X
5. Iterativo			X	X	X	X	X	X	X	X

6. Usable						X	X	X	X	
7. Accesible										X
8. Consistente	X	X	X	X	X	X	X			

Tabla 6 Comparativa de modelos de madurez

En base a estos criterios y a las ventajas comparativas, los 3 modelos que presentan un alto grado de cumplimiento con los criterios expuestos y poseen mayores ventajas significativas en comparación con los demás son: en primer lugar, el modelo Usability Maturity Model: Processes (UMM), en segundo lugar, el modelo Corporate Usability Maturity de Jakob Nielsen y en tercer lugar, el modelo perteneciente a la normativa ISO 15504 SPICE. A pesar de su alto cumplimiento con los criterios establecidos y presentar mayores ventajas comparativas, ninguno de estos modelos contribuye completamente al tema de estudio, debido a la carencia de inclusión de prácticas centradas en Usabilidad y Accesibilidad en conjunto.

Por tal motivo, el análisis exhaustivo de los trabajos existentes demostró que existen modelos de madurez específicos centrados en la Usabilidad, así como una propuesta de modelo de madurez centrado en la Accesibilidad, pero ninguno que este centrado en ambos elementos y que describa los pasos a seguir para incluir las prácticas necesarias de Usabilidad y Accesibilidad, ya que solamente indican las etapas por las que atraviesa una Organización al intentar conseguir la madurez dando recomendaciones y sugerencias pero no especificaciones y requisitos de cumplimiento para alcanzar la madurez corroborando la hipótesis H_2 enunciada.

Los modelos de madurez existentes, se relacionan con el trabajo actual debido a que todos tienen el mismo objetivo, que es mejorar la calidad de los productos de software, así como determinar el nivel de madurez en el que se encuentran los procesos de la Organización. Sin embargo, entre los modelo de madurez específicos destaca el modelo Usability Maturity Model: Processes (UMM), debido a que cumple con mayores criterios y presenta ventajas significativas, como su alto grado de formalidad y amplia especificación en comparación con los demás, por lo que se ha tomado como referencia para el desarrollo de un modelo de madurez propio que incluya la Usabilidad y la Accesibilidad a través de la integración de directrices y buenas prácticas centradas en el usuario y la especificación de requisitos de cumplimiento necesarios para lograr y asegurar la calidad en los procesos centrados en el usuario, algo que no ha sido abordado actualmente.

Capítulo 3: Propuesta

El análisis bibliográfico y comparativo de modelos de madurez desarrollado comprobó el cumplimiento de las hipótesis de partida H_1 y H_2 , por lo que en este Capítulo, se describe la solución propuesta con el objetivo de resolver la necesidad planteada. En la sección 3.1, se introduce a la solución planteada de la presente propuesta. En la sección 3.2, se especifica la composición general de la propuesta con el objetivo de distinguir la base del modelo así como todos los elementos que lo integran. En la sección 3.3, se plantea la estructura general del modelo MODECUA y de la escala de capacidad. En la sección 3.4, se describe detalladamente cada componente del modelo, los procesos, atributos del proceso, niveles de madurez y productos de trabajo. Finalmente en la sección 3.5, se plantean propuestas de evaluación cualitativas y cuantitativa del modelo con el propósito de medir la calidad en el proceso.

3.1 Introducción

Se ha demostrado anteriormente, a través de búsqueda exhaustiva, el análisis y comparativa de modelos de madurez existentes, que no existe un modelo de madurez formal centrado en procesos de Usabilidad y Accesibilidad en conjunto. Partiendo de esta necesidad se desarrolló un modelo madurez para medir la calidad en la producción de software centrado en el usuario, tomando en consideración dos características específicas de calidad: la Usabilidad y la Accesibilidad inherentes en las aplicaciones de software construidas. El modelo de madurez desarrollado se denomina MODECUA cuyas siglas significan: “Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad”.

El modelo MODECUA se compone de siete procesos de diseño centrado en el humano (HCD) basados en las normativas: ISO 18529, ISO 9241-210 e ISO 9241-20, que son evaluados a través de la escala de madurez y calidad propuesta denominada U+A SPICE (Usability + Accessibility SPICE), basada en los seis niveles de madurez de ISO 15504 con el objetivo de asegurar la calidad en los procesos centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad.

Como se describió en la sección 1.4.2, el desarrollo de estos procesos se genera a partir de 25 aportaciones correspondientes a: 8 nuevas actividades, 9 adecuaciones de las actividades, 8 modificaciones a los nombres de las actividades basadas en las normativas ISO 9241-210 e ISO 9241-20, que fueron agregadas a los procesos de Diseño centrado en el Humano de la normativa ISO 18529 existentes, así como también la integración de 128 nuevos productos de trabajo utilizados y generados por estas nuevas actividades.

La escala de madurez U+A SPICE propuesta, surge a partir de la inclusión de 5 atributos del proceso basados en prácticas de Usabilidad y Accesibilidad especificadas en el modelo y de la integración de 10 prácticas de gestión para el logro de los atributos del proceso. Es importante mencionar, que esta escala de madurez propuesta puede ser integrada a la escala

de capacidad descrita por la normativa ISO 15504. A continuación, la siguiente Ilustración 9 demuestra la integración de las aportaciones al modelo.

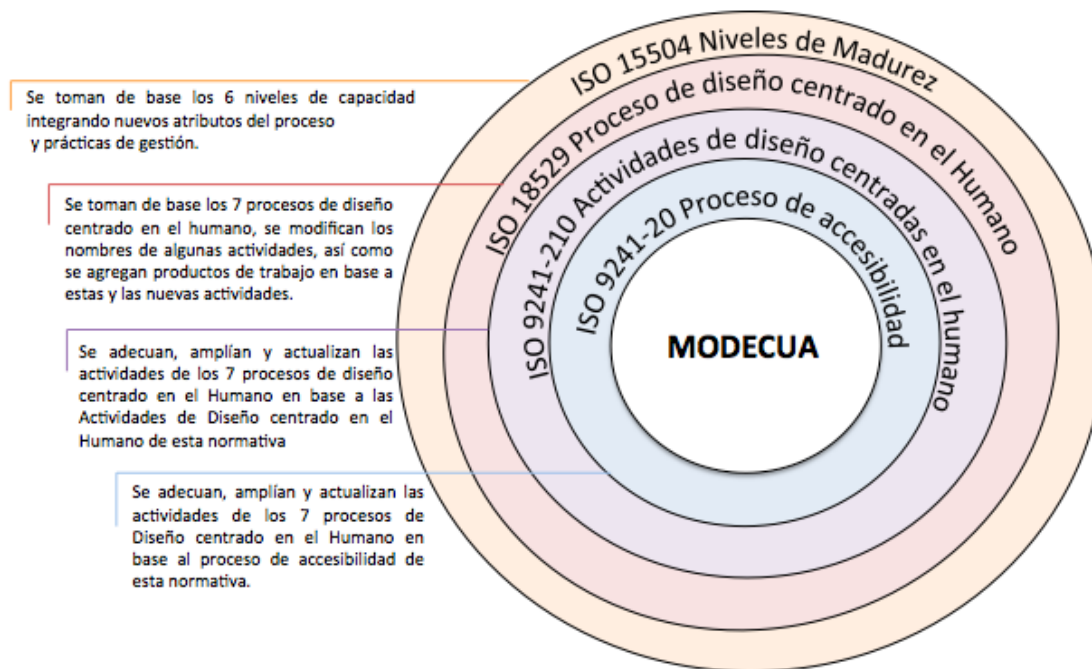


Ilustración 9 Integración de las normas y aportaciones del modelo

Como se puede observar en la Ilustración 9, el modelo MODECUA está conformado por la integración de 4 normativas: ISO 15504 en la que se basa la escala de madurez propuesta U+A SPICE para la evaluación de la calidad y madurez del modelo, la normativa ISO 18529 que es la base del proceso de diseño centrado en el humano, a la cual se le implementó mejoras significativas, a través de la adecuación, ampliación y actualización de actividades de diseño centradas en el humano de la normativa ISO 9241-210 y de actividades derivadas del proceso de Accesibilidad perteneciente a la normativa ISO 9241-20, dando como resultado el Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad “MODECUA”.

3.2 Estructura del Modelo

El modelo MODECUA esta compuesto por 7 procesos de Diseño Centrados en el Humano (HCD), conformados por actividades que usan y generan productos de trabajo para alcanzar atributos del proceso, así como por la escala de evaluación U+A SPICE compuesta por 6 niveles de madurez que contienen atributos del proceso que son alcanzados a través de prácticas de gestión que cumplen con requisitos y evalúan los productos de trabajo generados. A continuación, la Ilustración 10 muestra la estructura general del modelo.

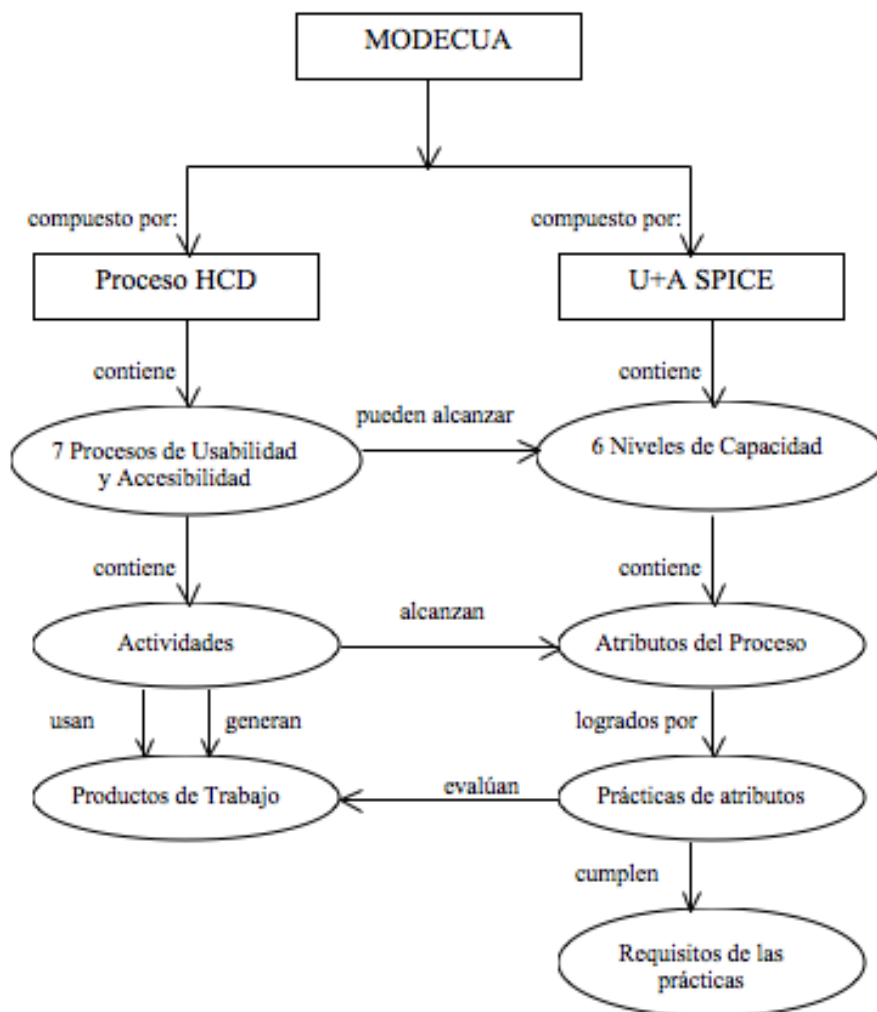


Ilustración 10 Estructura del modelo

El modelo de madurez MODECUA, está compuesto por procesos de Diseño Centrado en el Humano (HCD) basados en las normativas: ISO 9241-210, ISO 18529 e ISO 9241-20, así como por la escala de capacidad U+A SPICE basada en la normativa ISO SPICE 15504. A continuación, se describen las normativas en las que se basa el modelo.

3.2.1 Normativa Base

Los procesos de diseño centrados en el humano del modelo MODECUA, se basan principalmente en la normativa ISO18529 que está basada en las Actividades de Diseño Centrado en el Humano de la normativa 9241-210 y en las actividades del proceso de accesibilidad pertenecientes a la normativa ISO 9241-20. A continuación, se describen y detallan cada una de las normativas base del modelo.

3.2.1.1 ISO 9241-210:2010

La normativa ISO 9241-210:2010: Ergonomía de la interacción humano-sistema. Parte 210: Diseño centrado en el operador humano para los sistemas interactivos derivada de la normativa ISO 13407:1999 proporciona las actividades base para el diseño centrado en el humano, es complementaria a las metodologías de diseño actuales y se puede integrar en diferentes procesos de diseño y desarrollo de sistemas de manera apropiada para el contexto particular. Todas las actividades de diseño centrado en el humano contenidas en esta normativa son aplicables (en mayor o menor medida) en cualquier etapa del desarrollo de un sistema.

El objetivo principal de esta normativa, es integrar en el proceso de desarrollo de sistemas un enfoque centrado en el usuario que ayude a producir sistemas más usables y útiles tomando en cuenta sus necesidades y requerimientos mediante la aplicación de factores humanos, ergonomía, conocimientos y técnicas de Usabilidad para mejorar la eficacia, eficiencia, el bienestar humano, la satisfacción del usuario, la accesibilidad, sostenibilidad y contrarrestar los posibles efectos adversos de su uso en la salud humana, la seguridad y el rendimiento.

Como se ha explicado anteriormente en la sección 1.4 y en la Ilustración 9, los 7 procesos base que conforman el modelo MODECUA han sido adecuados, ampliados y actualizados en base a las 5 actividades de diseño centrado en el humano pertenecientes a la normativa ISO 9241-210 las cuales son: 1) Planificar el proceso de diseño centrado en el humano, 2) Comprender y especificar el contexto de uso, 3) Especificar los requisitos de usuario, 4) Producir soluciones de diseño que cumplan los requisitos y 5) Evaluar los diseños frente a los requerimientos. A continuación, la Tabla.7 describe las actividades de diseño centrado en el humano pertenecientes a la normativa ISO 9241-210:2010 de las cuales se basan las aportaciones al proceso HCD del modelo.

ISO 9241-210:2010	
1. Planificar el proceso de diseño centrado en el humano	
2. Comprender y especificar el contexto de uso	
2.1	Describir el contexto de uso
2.2	Detallar suficiente el contexto de uso para apoyar el diseño
2.3	Especificar el contexto de uso para apoyar al diseño
3. Especificar los requisitos de usuario	
3.1	Identificar las necesidades de los usuarios e involucrados
3.2	Partir de los requisitos de usuario
3.3	Resolver los intercambios entre los requerimientos de usuario
3.4	Garantizar la calidad de las especificaciones de los requisitos de usuario
4. Producir soluciones de diseño que cumplan los requisitos	

4.1 Diseñar las tareas del usuario, la interacción usuario-sistema y la interfaz de usuario para satisfacer las necesidades del usuario, teniendo en cuenta toda la experiencia de usuario
4.2 Hacer soluciones de diseño más concretas
4.3 Modificar las soluciones de diseño en base a las evaluaciones centradas en el usuario y la retroalimentación
4.4 Comunicar la solución de diseño a los responsables de la implementación
5. Evaluar los diseños frente a los requerimientos
5.1 Realizar evaluaciones centradas en el usuario
5.2 Usar métodos de evaluación centrados en el usuario
5.3 Realizar pruebas basadas en el usuario
5.4 Realizar evaluaciones basada en inspección
5.5 Dar seguimiento a largo plazo
6. Fomentar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario

Tabla 7 Actividades de diseño centrado en el humano ISO 9241-210

3.2.1.2 ISO 9241-20:2008

La imperante necesidad de incluir la Accesibilidad al modelo da lugar a una búsqueda exhaustiva de un proceso de accesibilidad formal que pueda ser incluido a las actividades de diseño centradas en el humano, ya que no basta solamente con la inclusión de las pautas de la W3C al modelo enfocadas únicamente en regular aplicaciones en la Web. Por tal motivo derivado del estudio y análisis de varias normativas, finalmente se obtiene en la norma ISO 9241-20 la descripción de un proceso de accesibilidad que se incluye al proceso HCD del modelo propuesto.

La normativa ISO 9241-20:2008: Ergonomía de la Interacción persona-sistema Parte 20: Pautas de accesibilidad para equipos y servicios de tecnologías de la información y comunicación (TIC), proporciona pautas que ayudan a los desarrolladores a mejorar la accesibilidad de los sistemas, equipos y servicios (TIC), con el objetivo de poder ser utilizados por la más amplia gama de personas independientemente de sus capacidades o discapacidades, sus limitaciones o su cultura.

El modelo MODECUA, no sólo integra los procesos centrados en usabilidad, sino también como parte importante y de gran valor incluye la integración del proceso de Accesibilidad con el propósito de determinar el nivel de madurez de Usabilidad y Accesibilidad de los procesos de Diseño centrados en el humano. La siguiente Tabla.8 describe las actividades del proceso de Accesibilidad pertenecientes a la normativa ISO 9241-20 en los que se basa el modelo propuesto.

ISO 9241-20
1. Entender y especificar el contexto de uso prestando especial atención a la variedad de características de los usuarios y el impacto de tarea, equipo y las características del entorno que afectan la accesibilidad.
2. Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios.
3. Producir soluciones de diseño, prestando especial atención a las consideraciones de accesibilidad.
4. Evaluar las soluciones de diseño de accesibilidad de equipos y servicios TIC con usuarios que tengan unas características que reflejen a los grupos de usuarios objetivo.

Tabla 8 Proceso de accesibilidad ISO 9241-20

A continuación se detallarán las actividades pertenecientes a la Tabla.8:

La actividad **1.**Entender y especificar el contexto de uso prestando especial atención a la variedad de características de los usuarios y el impacto de tarea, equipo y las características del entorno que afectan la accesibilidad contempla:

1. Los involucrados en el desarrollo, deben entender las características significativas de los usuarios, así como su contexto de uso, para desarrollar sistemas adaptados a estas características que permitan la realización óptima de sus tareas.
2. La gama de características de usuarios soportadas por los equipos y servicios de TIC, debe ser suficientemente amplia como para permitir que la mayor gama posible de usuarios pueda realizar las tareas previstas en el diseño.
3. Proveer soluciones de software específicas, basadas en las características de usuarios identificadas debido a que ciertos usuarios pueden presentar combinaciones de discapacidades, por lo que requieren soluciones específicas. Una simple combinación de soluciones para una de esas discapacidades no resulta adecuada. Por ejemplo, los usuarios que son sordo-ciegos a menudo no se benefician de una salida sonora del texto como los usuarios que son ciegos, ni de una salida de la información en audio, como los usuarios que están sordos.
4. Se deben desarrollar sistemas accesibles que eviten imponer cargas excesivas sobre la memoria permanente o temporal de un usuario y sus capacidades y limitaciones de aprendizaje.

La actividad **2.** Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios contempla:

1. Se requiere identificar todas las necesidades posibles de los usuarios, con el objetivo de especificar las necesidades de accesibilidad que se incluirán en el desarrollo del sistema.
2. Los sistemas, equipos y servicios TIC deben soportar tantos medios alternativos de interacción como sea posible, con el fin de apoyar las necesidades de accesibilidad de diferentes grupos de usuarios.

3. Si la operación de una función física o mental es difícil de realizar para algunos grupos de usuarios, se puede utilizar una función física o mental alternativa para que estos usuarios tengan acceso a la operación realizada por esa función.
4. Los sistemas, equipos y servicios TIC deben permitir el uso simultáneo de medios de interacción alternativos para satisfacer las necesidades de accesibilidad de usuarios en contextos diferentes o cambiantes.

La actividad **3. Producir soluciones de diseño** prestando especial atención a las consideraciones de accesibilidad contempla:

1. Los sistemas, equipos y servicios TIC, deben permitir la personalización e individualización por los usuarios.
2. Las soluciones de diseño deben proporcionar un método que no requiera que los usuarios reconfiguren o reinicien el sistema o equipo para permitir a los usuarios utilizar medios alternativos de interacción con los sistemas y para seleccionar ajustes relacionados con la Accesibilidad del sistema a su configuración por defecto.
3. Se debe proporcionar un medio para guardar y recuperar la configuración personalizada del usuario sobre todo es importante en situaciones en las que la creación de la configuración sobrepasa las capacidades cognitivas del usuario.
4. Se debe proporcionar un mecanismo de interfaz estándar para dar soporte a las ayudas técnicas, aunque se pretende que los sistemas se diseñen para satisfacer las necesidades de Accesibilidad, se reconoce que algunos usuarios sólo pueden interactuar con ellos mediante el uso de ayudas técnicas.
5. Los sistemas, equipos y servicios TIC deben evitar causar fatiga al usuario y asegurar su comodidad durante largos periodos de tiempo.

La actividad **4. Evaluar las soluciones de diseño de accesibilidad de equipos y servicios TIC** con usuarios que tengan unas características que reflejen a los grupos de usuarios objetivo contempla:

1. La evaluación de las soluciones de diseño deben tener en cuenta el cumplimiento de principios, pautas y directrices de accesibilidad.
2. Las evaluaciones de accesibilidad deben considerar la inclusión de la mayor gama posible de usuarios que tengan características significativas y que represente al grupo de usuarios objetivo.
3. Adecuar el contexto de evaluación a las características y necesidades significativas de usuarios, utilizando si es preciso tecnología de asistencia y apoyo para la realización de las pruebas con usuarios.
4. Se debe tomar en cuenta, la aplicación de métodos de obtención de información como encuestas de satisfacción, cuestionarios, entrevistas entre otros para evaluar la efectividad de la aplicación de la Accesibilidad.

3.2.1.3 ISO/TR 18529:2000

El modelo MODECUA tiene como base principal los 7 procesos de diseño centrado en el humano de la normativa ISO 18529, sus actividades y productos de trabajo. Esta normativa extiende y formaliza los procesos centrados en el humano definidos en la norma ISO 13407:1999.

La normativa ISO/TR 18529:2000 está enfocada a ayudar a los involucrados en el diseño, uso y evaluación de los procesos del ciclo de vida de sistemas a diseñar, evaluar y desarrollar eficazmente proyectos y procesos organizacionales. En esta normativa se basa el modelo Usability Maturity Model Process (UMM), por lo que la descripción de las actividades del proceso de diseño centrado en el humano es la misma definida anteriormente en la sección 2.4.7, la cual esta conformada por los 7 procesos de diseño centrado en el humano: **HCD1**.Asegurar que el contenido de diseño centrado en el humano este en la estrategia del sistema, **HCD2**.Planificar y gestionar el proceso de Diseño centrado en el Humano, **HCD3**.Especificar los requerimientos de los involucrados y de la organización, **HCD4**.Entender y especificar el contexto de uso, **HCD5**.Producir soluciones de diseño, **HCD6**.Evaluar el diseño frente a los requerimientos y **HCD7**.Introducir y evaluar el sistema. Estos procesos de diseño centrado en el humano contienen actividades que usan y generan productos de trabajo como se muestra en la siguiente Ilustración 11.

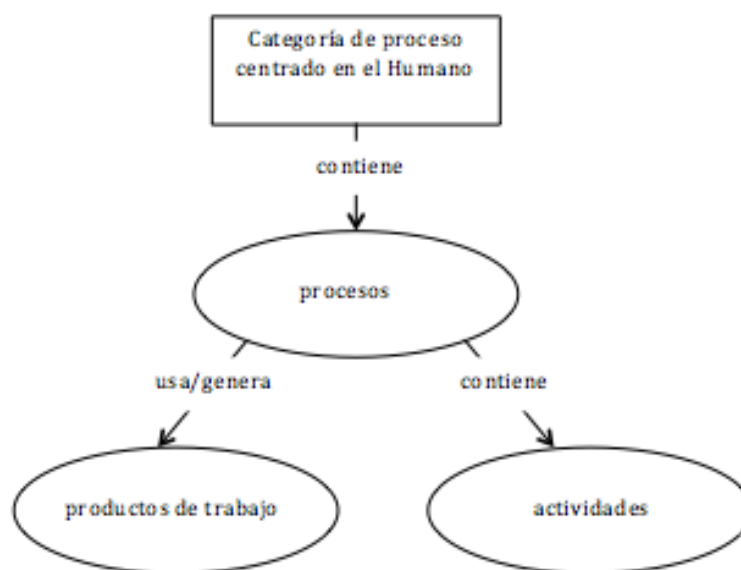


Ilustración 11 Estructura del proceso de diseño centrado en el humano

A continuación la Tabla.9 muestra los procesos, actividades y productos de trabajo de entrada y salida de la normativa.

Diseño del sistema centrado en el humano						
HCD1	HCD2	HCD3	HCD4	HCD5	HCD6	HCD7
Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema	Planificar y gestionar el proceso HCD	Especificar los requerimientos organizacionales y de usuario	Comprender y especificar el contexto de uso	Producir soluciones de diseño	Evaluar el diseño frente requerimientos	Introducir e implementar el sistema
HCD.1.1 Representar a los involucrados HCD.1.2 Recopilar información del mercado HCD.1.3 Definir y planear la estrategia del sistema HCD.1.4 Obtener retroalimentación del mercado HCD.1.5 Analizar las tendencias de los usuarios	HCD.2.1 Consultar a los involucrados HCD.2.2 Planear la participación de los usuarios HCD.2.3 Seleccionar métodos centrados en el humano HCD.2.4 Garantizar un enfoque centrado en el humano HCD.2.5 Planear actividades HCD HCD.2.6 Administrar actividades HCD HCD.2.7 Promover un enfoque ganador HCD HCD.2.8 Proporcionar soporte para HCD	HCD.3.1 Aclarar los objetivos del sistema HCD.3.2 Analizar a los involucrados HCD.3.3 Evaluar riesgos de salud y seguridad HCD.3.4 Definir el sistema HCD.3.5 Generar requerimientos HCD.3.6 Establecer la calidad en los objetivos de uso	HCD.4.1 Identificar las tareas del usuario HCD.4.2 Identificar los atributos de usuarios HCD.4.3 Identificar el entorno organizacional HCD.4.4 Identificar el entorno técnico HCD.4.5 Identificar el entorno físico	HCD.5.1 Asignar funciones HCD.5.2 Producir un modelo de tareas HCD.5.3 Explorar el diseño del sistema HCD.5.4 Desarrollar soluciones de diseño HCD.5.5 Especificar el sistema y su uso HCD.5.6 Desarrollar prototipos HCD.5.7 Desarrollar la capacitación de usuarios HCD.5.8 Desarrollar el soporte a usuarios	HCD.6.1 Especificar el contexto de evaluación HCD.6.2 Evaluar para obtener requerimientos HCD.6.3 Evaluar para mejorar el diseño HCD.6.4 Evaluar frente requerimientos del sistema HCD.6.5 Evaluar frente a prácticas requeridas HCD.6.6 Evaluar el sistema en uso.	HCD.7.1 Gestionar el cambio HCD.7.2 Determinar el impacto HCD.7.3 Personalización y diseño local HCD.7.4 Dar capacitación a usuarios HCD.7.5 Soporte a usuarios HCD.7.6 Asegurar la conformidad con la legislación ergonómica
Productos de Trabajo de Entrada						
-Estrategia de la compañía -Estudios de mercado -Previsiones tecnológicas -Estudios demográficos -Previsiones de los expertos -Metodologías de estrategias HCD	-Plan de negocios -Recursos organizacionales -Resultados de las evaluaciones -Planes de desarrollo para el sistema -Perfiles de las habilidades del personal -Métodos centrados en el humano y descripciones de las herramientas -Descripciones de	-Requerimientos del sistema -Especificación de requerimientos de usuarios e involucrados -Especificación de requerimientos organizacionales -Alcance del proyecto -Usuarios representativos -Instrucciones de trabajo	-Alcance del proyecto -Usuarios representativos -Instrucciones de trabajo -Legislación -Estándares internacionales y nacionales de la industria -Estrategia del sistema -Contexto de uso -Sistemas de la	-Especificación de requerimientos del sistema -Especificación de requerimientos organizacionales -Mediciones de objetivos de usabilidad -Requerimientos ergonómicos -Normas y guías -Guías de estilo -Especialización	-Plan del proyecto -Especificación de requerimientos del sistema -Especificación de requerimientos de usuarios e involucrados -Especificación de requerimientos de la Organización -Declaración del contexto de uso -Medición de objetivos	-Visión del sistema -Especificación de requerimientos del sistema -Especificación de requerimientos de usuarios e involucrados -Especificación de requerimientos de la Organización -Declaración del contexto de uso

	métodos de prueba -Estadísticas de gestión del proyecto -Datos de monitoreo del proyecto -Objetivos de usabilidad -Requerimientos humanos y organizacionales	-Tiempo y formato de la disposición de la información del contexto de uso para el equipo de desarrollo	competencia	-Retroalimentación de las evaluaciones	de usabilidad -Estándares -Legislación -Directrices -Normas para las actividades de factores humanos -Programa de auditoría de usabilidad -Criterios de prueba -Personal de prueba -Especificación de planes de evaluación -Herramientas de evaluación -Instrucciones de trabajo -Prácticas de trabajo -Usuarios -Detalles de usuarios -Cuestionarios -Objetivos de despliegue -Objetivos de uso del usuario y de la satisfacción de la Organización -Objetivos a largo plazo de salud, seguridad y bienestar -Descripción de requerimientos de usabilidad, salud y seguridad	-Información de involucrados -Información de usuarios -Información de tareas -Análisis organizacional -Representantes de usuarios -Representantes de involucrados -Normas, directrices y legislación -Plan de implementación -Plan de negocio del cliente -Planes de capacitación para usuarios y responsables de mantenimiento y soporte -Definición de servicios para usuarios
Productos de Trabajo de Salida						
-Sistema/visión del producto -Especificación original	-Lista de actividades HCD que se llevarán a cabo	-Especificación del rango de usuarios previstos, tareas y	-Alcance y relevancia de los usuarios y personal de diseño	-Fuentes de conocimiento existente, normas utilizadas, con	-Partes del sistema que van a ser evaluadas y descripción de cómo se	-Implementación del plan de desarrollo -Plan de

<ul style="list-style-type: none"> -Demandas sociales y socio-técnicas de grupos objetivos -Predicción de contextos de uso -Evaluaciones de mercado -Análisis de tendencias -Proceso contable del sistema -Estrategia del sistema centrado en el humano 	<ul style="list-style-type: none"> -Individuos y organizaciones responsables de actividades HCD y el grado de habilidades y puntos de vista que proveen -Procedimientos para establecer la comunicación de las actividades HCD y métodos para su registro. -Hitos del proceso HCD -Procedimientos para garantizar la utilización de la retroalimentación, simulaciones, pruebas y evaluaciones -Escalas de tiempo para incorporar la retroalimentación de la documentación técnica -Asignación de objetivos de usabilidad para los elementos del sistema -Definición de criterios de evaluación, derivados de objetivos de usabilidad -Instrucciones de métodos de prueba para las evaluaciones -Informe del grado de interacción -Informe de auditoría -Políticas HCD -Definición de procesos HCD 	<p>entornos</p> <ul style="list-style-type: none"> -Información de involucrados -Información de usuarios -Información de tareas organizacional -Recursos de los que se derivan el contexto de uso y la información. 	<ul style="list-style-type: none"> -Evaluación de riesgos -Declaración de objetivos HCD -Especificación de requerimientos de usuarios e involucrados -Especificación de requerimientos de la Organización -Prioridad de requerimientos -Objetivos de usabilidad medibles -Puntos de referencia frente los que se puede probar el diseño -Lista de requisitos legales o requerimientos legislativos -Recursos de los que se derivan los requerimientos de la Organización y usuarios 	<ul style="list-style-type: none"> indicación de la forma de incorporación y justificación de incumplimiento -Especificación de interacción con el usuario -Detalle de diálogo -Aspecto y comportamiento -Plan de interfaz de usuarios y otros aspectos -Especificación de simulaciones -Prototipos -Modelo de tareas de usuarios -Asignación de funciones -Diseño del funcionamiento del sistema -Evidencia de la revisión de acuerdo a resultados de evaluaciones -Planes de capacitación para usuarios y responsables de mantenimiento del sistema -Definición de servicios de soporte -Lista de estándares usados y descripción de su aplicación -Justificación de 	<p>evaluarán</p> <ul style="list-style-type: none"> -Contexto de evaluación -Descripción completa del sistema de prueba y su estado -Número de usuarios que forman parte de las pruebas, incluyendo la evidencia de su adecuación y representatividad en la identificación del contexto de uso -Pruebas y recopilación de datos, incluyendo los métodos de prueba, su idoneidad para el sistema y contexto de uso -Resultados a detalle y análisis estadísticos apropiados -Informe de mayores y menores incumplimientos, observaciones y evaluación en general -Un claro avance o falla en la decisión de los requerimientos -Evidencia de la competencia de evaluadores en la selección y uso de los procedimientos -Evidencia de la prueba de suficientes 	<p>implementación</p> <ul style="list-style-type: none"> -Representante del cliente -Identificación de involucrados -Estructura organizacional -Descripciones de trabajo -Instrucciones de trabajo -Evaluación del impacto humano y organizacional -Especificaciones de capacitación -Plan de capacitación -Material para la capacitación -Material de capacitación para el capacitador -Reportes de impacto -Composición del panel de usuario -Criterios de monitoreo -Reportes de monitoreo -Lugar de trabajo de auditorías -Sugerencias de usuarios para mejoras en el sistema de la Organización -Información para futuros proyectos de desarrollo
---	--	---	--	---	---	---

	-Especificación de la tecnología de soporte HCD			desviaciones de cualquier estándar para satisfacer necesidades particulares -Informe del tratamiento de conflictos entre requerimientos de diseño y el conocimiento existente con el diseño -Medios de retroalimentación y uso de resultados en otras actividades de diseño -Medidas adoptadas para garantizar que el prototipo cubra requerimientos clave y siga buenas prácticas	componentes del sistema, para dar resultados significativos para el sistema en conjunto -Recursos de retroalimentación de la evaluación -Defectos ergonómicos y de usabilidad -Recomendación de mejora -Vídeo y cintas de audio de prueba -Observación de registros de usuarios -Planes de prueba y registros -Revisiones de requerimientos -Transcripciones de entrevistas -Mediciones de parámetros ergonómicos -Criterios de encuestas -Plan de encuestas -Reporte de encuestas	
--	---	--	--	---	--	--

Tabla 9 Diseño del sistema centrado en el humano

3.2.1.4 ISO SPICE 15504

La escala de capacidad U+A SPICE para la determinación de la madurez de los procesos centrados en Usabilidad y Accesibilidad del modelo MODECUA, se basa en la normativa ISO SPICE 15504, en sus versión ISO 15504-2:2003: Ingeniería de software-Proceso de evaluación. Parte2: Realización de una evaluación.

La normativa ISO 15504-2, establece los requisitos mínimos para aplicar la evaluación de procesos para mejora y determinación de la capacidad asegurando que los resultados de los procesos evaluados sean objetivos, imparciales, coherentes, repetibles y representativos..

Esta normativa, especifica una escala de capacidad basada en seis niveles de capacidad que contienen atributos de proceso (PA), los cuales describen las prácticas del atributo (AP) que se deben cumplir para alcanzar cada nivel de madurez. Los atributos del proceso no están asociados sólo a un nivel de capacidad, sino que son comunes para todos los niveles, es decir los atributos de un nivel se deben tener en cuenta progresivamente para el logro del siguiente nivel. A continuación, la Tabla.10 detalla los niveles de capacidad así como los atributos del proceso (PA) correspondientes a cada nivel y las prácticas de los atributos (AP) para el logro de cada nivel.

ISO 15504
Nivel 0. Proceso Incompleto: El proceso no se lleva a cabo, o no logra su propósito. No hay ningún atributo de este nivel.
Nivel 1. Proceso Realizado: El proceso implementado logra su propósito definido. El siguiente atributo del proceso, demuestra el logro de este nivel:
PA1.1 Atributo de realización del proceso: El grado en que los productos de trabajo de salida se producen, a partir de productos de trabajo de entrada, a través de la promulgación de las prácticas para que el proceso alcance su propósito definido. La práctica para el logro de este atributo es: AP1.1.1 Alcanzar las salidas del proceso
Nivel 2. Proceso Gestionado: El proceso realizado, ahora se implementa de manera gestionada (planificada, monitoreada y ajustada) y se establecen, controlan y mantienen sus productos de trabajo, con la calidad aceptable en los plazos definidos y de acuerdo a las necesidades de los recursos. Los siguientes atributos del proceso demuestran el logro de este nivel:
PA2.1 Atributo de gestión de la realización: El grado en que se gestiona la realización del proceso, para producir productos de trabajo dentro de los requisitos de tiempo y recursos establecidos. La prácticas para el logro de este atributo son: AP 2.1.1 Definir los objetivos del proceso AP 2.1.2 Planificar y controlar el proceso AP 2.1.3 Adaptar la realización del proceso AP 2.1.4 Asignar la responsabilidad y autoridad para el proceso AP 2.1.5 Asignar los recursos y la información para el proceso

AP 2.1.6 Gestionar la comunicación entre las partes involucradas
PA2.2 Atributo de gestión del producto de trabajo: El grado en que los productos de trabajo son gestionados, documentados y controlados adecuadamente, para satisfacer los requerimientos funcionales y no funcionales. La prácticas para el logro de este atributo son: AP 2.2.1 Definir los requisitos para los productos de trabajo AP2.2.2 Definir los requisitos para la documentación y control de los productos de trabajo AP 2.2.3 Identificar, documentar y controlar los productos de trabajo AP 2.2.4 Revisar y adaptar los productos de trabajo para cumplir los requisitos definidos
Nivel 3. Proceso Establecido: El proceso gestionado, ahora se implementa utilizando un proceso definido que es capaz de lograr los resultados del proceso, garantizando el despliegue, sobre la base de los buenos principios de ingeniería de sistemas. Los siguientes atributos del proceso demuestran el logro de este nivel:
PA3.1 Atributo de definición del proceso: El grado en que el proceso contribuye a los objetivos definidos de negocio de la organización, a través de la definición de un proceso estándar para apoyar el despliegue del proceso definido. La prácticas para el logro de este atributo son: AP 3.1.1 Definir un proceso estándar que incluya las guías de adaptación adecuadas y describa los elementos fundamentales que deben ser incorporados al proceso. AP 3.1.2 Determinar la secuencia e interacción del proceso estándar con otros procesos. AP 3.1.3 Identificar las competencias y funciones necesarias para realización del proceso estándar. AP 3.1.4 Identificar la infraestructura y el ambiente de trabajo requerido para realizar el proceso. AP 3.1.5 Determinar los métodos apropiados para el seguimiento de la eficacia y adecuación del proceso.
PA3.2 Atributo de despliegue del proceso: El grado en que el proceso estándar, se implementa de manera efectiva como un proceso definido, para lograr los resultados del proceso y contribuir de manera efectiva a los objetivos de negocio definidos de la organización mediante el uso de recursos humanos calificados e infraestructura adecuada en el proceso. La prácticas para el logro de este atributo son: AP 3.2.1 Realizar el proceso definido sobre la base de una manera adecuada seleccionada y/o adaptar el proceso estándar. AP 3.2.2 Comunicar y asignar las funciones, responsabilidades y autoridades necesarias para llevar a cabo el proceso definido. AP 3.2.3 Definir las competencias del personal que realiza el proceso definido AP 3.2.4 Proporcionar, asignar y usar los recursos y la información necesaria para realizar el proceso definido. AP 3.2.5 Proporcionar, gestionar y mantener la infraestructura y el entorno de trabajo para realizar el proceso definido. AP 3.2.6 Recoger y analizar los datos correspondientes para entender el comportamiento, demostrar la idoneidad y la eficacia del proceso, así como para evaluar la mejora continua del proceso.
Nivel 4. Proceso Predecible: El proceso establecido, se realiza constantemente dentro de los límites de control definidos para alcanzar los objetivos y resultados del proceso. Los

<p>siguientes atributos del proceso demuestran el logro de este nivel:</p> <p>PA4.1 Atributo de medición del proceso: El grado en que se utilizan los objetivos y resultados de las mediciones, para garantizar que la implementación del proceso, es compatible con el logro de objetivos definidos del negocio. La prácticas para el logro de este atributo son:</p> <p>AP 4.1.1 Establecer información del proceso necesaria en apoyo a la definición de objetivos relevantes de negocio.</p> <p>AP 4.1.2 Derivar los objetivos de medición del proceso de las necesidades de información del proceso.</p> <p>AP 4.1.3 Establecer objetivos cuantitativos de la realización del proceso en apoyo a los objetivos de negocio relevantes.</p> <p>AP 4.1.4 Identificar y definir las métricas y frecuencia de las mediciones de acuerdo con los objetivos de medición del proceso y a los objetivos cuantitativos para el desempeño del proceso.</p> <p>AP 4.1.5 Recoger los resultados de la medición analizados y reportados con el fin de monitorear el grado en que cumplen los objetivos cuantitativos de desempeño de los procesos.</p> <p>AP 4.1.6 Utilizar los resultados de la medición para calificar el rendimiento del proceso.</p>
<p>PA4.2 Atributo de control del proceso: El grado en que el proceso, es gestionado cuantitativamente para producir un proceso que es estable, capaz, y predecible dentro de límites definidos. La prácticas para el logro de este atributo son:</p> <p>AP 4.2.1 Determinar y aplicar las técnicas de análisis y control.</p> <p>AP 4.2.2 Establecer limites de control de variación para el rendimiento normal del proceso.</p> <p>AP 4.2.3 Analizar los datos de medición para causas de variación especiales.</p> <p>AP 4.2.4 Tomar medidas correctivas para enfrentar las causas especiales de variación.</p> <p>AP 4.2.5 Restablecer limites de control (cuando sea necesario) después de la acción correctiva.</p>
<p>Nivel 5. Proceso Optimizado: El proceso predecible, se mejora continuamente para satisfacer las necesidades y objetivos del negocio. Los siguientes atributos del proceso demuestran el logro de este nivel:</p>
<p>PA5.1 Atributo de optimización del proceso: El grado en que, los cambios a la definición, la gestión y el rendimiento de los resultados en el proceso, impactan efectivamente, logrando los objetivos de mejora de los procesos pertinentes. La prácticas para el logro de este atributo son:</p> <p>AP 5.1.1 Definir los objetivos de mejora para el proceso que apoyen los objetivos de negocio relevantes.</p> <p>AP 5.1.2 Analizar los datos correspondientes para identificar las causas comunes de las variaciones en el rendimiento del proceso.</p> <p>AP 5.1.3 Analizar los datos adecuados para identificar oportunidades de mejores prácticas e innovación.</p> <p>AP 5.1.4 Determinar oportunidades de mejora derivadas de las nuevas tecnologías y conceptos del proceso.</p> <p>AP 5.1.5 Establecer una estrategia de implementación para alcanzar los objetivos de</p>

mejora del proceso.
<p>PA5.2 Atributo de innovación del proceso: El grado en que los cambios en el proceso son identificados, a partir del análisis de las causas comunes de la variación en el rendimiento, así como de las investigaciones de enfoques innovadores para la definición e implementación del proceso. La prácticas para el logro de este atributo son:</p> <p>AP 5.2.1 Evaluar el impacto de todos los cambios propuestos con respecto a los objetivos del proceso definido y el proceso estándar</p> <p>AP 5.2.2 Aplicar todos los cambios acordados para asegurar que se entiende y actúa en la corrección de cualquier interrupción en el rendimiento del proceso.</p> <p>AP 5.2.3 Evaluar la eficacia de los cambios en los procesos sobre la base de los resultaos reales con los requisitos de los productos definidos y objetivos del proceso, para determinar si los resultados se deben a causas comunes o especiales.</p>

Tabla 10 Niveles de Capacidad ISO 15504

Los procesos pertenecientes a cada nivel serán evaluados, según los atributos del proceso (PA) y los resultados del proceso. Para evaluar cada atributo del proceso, es necesario evaluar el cumplimiento de las prácticas de los atributos (AP), que son actividades importantes que se deben realizar para la consecución del atributo del proceso asociado.

Los atributos del proceso (PA) son logrados, a través del cumplimiento de las prácticas de los atributos (AP), las cuales evalúan la realización de las actividades del proceso HCD a través de los productos de trabajo generados.

El logro de los atributos de cada nivel, se mide a través de una escala ordinal de medición descrita en la Tabla.11, la cual define los valores de evaluación que pueden ser asignados a cada atributo del proceso, así como el porcentaje que representa el cumplimiento de los atributos del proceso.

Escala de evaluación	
Valor	Descripción
N=No Logrado 0-15%	Hay poca o ninguna evidencia del logro del atributo definido en el proceso evaluado.
P=Logrado parcialmente >15%-50%	Hay algunas pruebas de un acercamiento a algunos logros del atributo definido en el proceso evaluado. Algunos aspectos de los logros del atributo, pueden ser impredecibles.
L=En gran parte logrado >50%-85%	Hay evidencia de un enfoque sistemático para el logro del atributo significativo, que se define en el proceso de evaluación. Pueden existir algunas debilidades relacionadas con este atributo, en el proceso de evaluación.
F=Totalmente logrado >85%-100%	Hay evidencia de un enfoque completo y sistemático, la plena consecución del atributo se define en el proceso evaluado. No existen debilidades significativas relacionadas, con este atributo en el proceso de evaluación.

Tabla 11 Escala de evaluación

La siguiente Tabla.12, describe qué calificación deben obtener los atributos del proceso, a través de la realización de sus prácticas (AP) correspondientes a cada nivel para ser logrados y poder avanzar al siguiente nivel, debido a que los niveles de madurez son acumulativos e inclusivos, es decir no se puede pasar al nivel 2 de madurez sin que previamente el nivel 1 sea totalmente logrado (F), por tal motivo el nivel 5 contiene todos los atributos del proceso del nivel 1,2,3 y 4 debido a que al estar en el nivel 5 se requiere haber logrado totalmente y previamente todos los niveles anteriores.

Escala	Atributos del proceso	Valoración
Nivel 1	Rendimiento del proceso	L o F
Nivel 2	Rendimiento del proceso	F
	Gestión del rendimiento	L o F
	Gestión del producto de trabajo	L o F
Nivel 3	Rendimiento del proceso	F
	Gestión del rendimiento	F
	Gestión del producto de trabajo	F
	Definición del proceso	L o F
	Implementación del proceso	L o F
Nivel 4	Rendimiento del proceso	F
	Gestión del rendimiento	F
	Gestión del producto de trabajo	F
	Definición del proceso	F
	Implementación del proceso	F
	Medición del proceso	L o F
	Control del proceso	L o F
Nivel 5	Rendimiento del proceso	F
	Gestión del rendimiento	F
	Gestión del producto de trabajo	F
	Definición del proceso	F
	Implementación del proceso	F
	Medición del proceso	F
	Control del proceso	F
	Innovación del proceso	L o F
	Optimización del proceso	L o F

Tabla 12 Valoración de atributos del proceso

3.3 MODECUA

3.3.1 Estructura del Proceso HCD

El Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de Procesos Centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad (MODECUA) está integrado, como vimos anteriormente por procesos de diseño centrados en el humano (HCD) derivados de las normativas ISO 9241-210:2010, ISO 9241-20:2008 e ISO/TR 18529 y por una escala de madurez para la determinación de la capacidad de procesos U+A SPICE basada en la normativa ISO 15504-2:2003. En esta sección se plantea el origen de los procesos HCD del modelo propuesto.

El modelo MODECUA se desarrolla tomando de base los 7 procesos de diseño centrado en el humano (HCD) de la normativa ISO18529, los cuales son: **HCD.1** Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema, **HCD.2** Planificar y gestionar el proceso de diseño centrado en el humano, **HCD.3** Comprender y especificar el contexto de uso, **HCD.4** Especificar los requisitos de usuario y la organización, **HCD.5** Producir soluciones de diseño, **HCD.6** Evaluar el diseño frente los requisitos y **HCD.7** Introducir e implementar el sistema. A estos procesos, se les integró 25 aportaciones basadas en las normativas ISO 9241-210, ISO 9241-20 e ISO 15504, dentro de las cuales 8 corresponden a nuevas actividades agregadas al modelo, 9 corresponden a adecuaciones de las actividades y 8 corresponden a modificaciones de los nombres de las actividades además de la integración de 128 nuevos productos de trabajo como se describe detalladamente en la sección 1.4.2.

El objetivo de los procesos y actividades HCD, es implementar y garantizar un enfoque centrado en la Usabilidad y la Accesibilidad en el proceso de desarrollo de software. A continuación la Tabla.13, detalla las fuentes de las que provienen cada proceso y actividad del modelo, así como el tipo de proceso y actividad (Nueva, Adecuada, Modificada, Existente).

Fuente	Tipo	Procesos y actividades
ISO 18529	E	HCD.1 Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema
ISO 18529	E	HCD.1.1 Representar a los involucrados
ISO 18529	E	HCD.1.2 Recopilar información del mercado
ISO 18529	E	HCD.1.3 Definir y planear la estrategia del sistema
ISO18529	E	HCD.1.4 Obtener retroalimentación del mercado
ISO18529	E	HCD.1.5 Analizar las tendencias de los usuarios
Actividad propuesta ISO 15504-7	N	HCD.1.6 Comunicar la estrategia del sistema a todos los involucrados
ISO 9241-210/ISO 18529	E	HCD.2 Planificar y gestionar el proceso de diseño centrado en el humano

ISO 18529/ISO 9241-210	A	HCD.2.1 Asegurar y fomentar la participación de los involucrados
ISO 18529	E	HCD.2.2 Identificar y planear la participación de los usuarios
ISO 18529/ISO 9241-20	A	HCD.2.3 Seleccionar pautas, métodos y técnicas centradas en el humano
ISO 18529	E	HCD.2.4 Garantizar un enfoque centrado en el humano dentro del equipo del proyecto
ISO 18529	E	HCD.2.5 Planear las actividades de diseño centradas en el humano
ISO 18529	E	HCD.2.6 Administrar las actividades centradas en el humano
ISO 18529	E	HCD.2.7 Promover el enfoque centrado en el humano
ISO 18529	E	HCD.2.8 Proporcionar apoyo para el diseño centrado en el humano
ISO 9241-210/ISO 18529	E	HCD.3 Comprender y especificar el contexto de uso
ISO 18529	E	HCD.3.1 Identificar y documentar las tareas del usuario
ISO 18529/ISO 9241-20	A	HCD.3.2 Identificar y documentar atributos y características significantes de usuarios
ISO 18529	E	HCD.3.3 Identificar y documentar el entorno organizacional
ISO 18529	E	HCD.3.4 Identificar y documentar el entorno técnico
ISO 18529	E	HCD.3.5 Identificar y documentar el entorno físico
ISO 9241-210/ISO 18529	E	HCD.4 Especificar los requisitos de usuario y la organización
ISO 9241-210	N	HCD.4.1 Identificar y documentar las necesidades de los usuarios e involucrados
ISO 9241-20	N	HCD.4.2 Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios
ISO 18529	M	HCD.4.3 Identificar y documentar los objetivos del sistema
ISO 18529	M	HCD.4.4 Identificar roles de los involucrados
ISO 18529	E	HCD.4.5 Evaluar los riesgos para los involucrados
ISO 18529/ISO 9241-20	A	HCD.4.6 Definir el uso y la accesibilidad del sistema
ISO 18529/ISO 9241-210	A	HCD.4.7 Generar requisitos de usuario y la organización
ISO 18529	M	HCD.4.8 Generar un conjunto de objetivos de calidad para el uso del sistema
ISO 9241-210	N	HCD.4.9 Garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad
ISO 9241-210/ISO 18529	E	HCD.5 Producir soluciones de diseño
ISO 18529	E	HCD.5.1 Asignar funciones

ISO18529	M	HCD.5.2 Desarrollar un modelo de tareas
ISO18529	M	HCD.5.3 Analizar opciones de diseño
ISO18529/ ISO 9241- 20	A	HCD.5.4 Utilizar el conocimiento existente para desarrollar soluciones de diseño
ISO 18529/ISO 9241-210/ ISO 9241- 20	A	HCD.5.5 Especificar el sistema y su uso, prestando especial atención a las consideraciones de usabilidad y accesibilidad.
ISO 18529/ISO 9241-210	A	HCD.5.6 Desarrollar prototipos
ISO 18529	E	HCD.5.7 Desarrollar la capacitación a usuarios
ISO 18529	E	HCD.5.8 Desarrollar el soporte a usuarios
ISO 9241- 210/ISO 18529	E	HCD.6 Evaluar el diseño frente los requisitos
ISO 18529	E	HCD.6.1 Especificar y validar el contexto de evaluación
ISO 18529	E	HCD.6.2 Evaluar los primeros prototipos para definir los requerimientos para el sistema
ISO 18529/ISO 9241-20	A	HCD.6.3 Evaluar los prototipos con usuarios que tengan características que representen al grupo de usuarios objetivo para mejorar el diseño
ISO 18529	E	HCD.6.4 Evaluar el sistema para comprobar que se han cumplido los requerimientos de los usuarios y de la organización
ISO 18529	E	HCD.6.5 Evaluar el sistema para comprobar que la práctica requerida se ha seguido
ISO 18529	E	HCD.6.6 Evaluar el sistema en uso, a fin de asegurar que se continúa satisfaciendo las necesidades de la organización y de los usuarios.
ISO 9241- 210	N	HCD.6.7 Modificar las soluciones de diseño en base a las evaluaciones centradas en el usuario y la retroalimentación
ISO 9241- 210	N	HCD.6.8 Comunicar la solución de diseño a los responsables de la implementación
ISO 18529	E	HCD.7 Introducir e implementar el sistema
ISO 18529	M	HCD.7.1 Implementar la gestión del cambio
ISO 18529	E	HCD.7.2 Determinar el impacto sobre la organización y los involucrados
ISO 18529	M	HCD.7.3 Personalizar el diseño
ISO 18529	E	HCD.7.4 Dar capacitación a usuarios
ISO 18529	M	HCD.7.5 Dar soporte a usuarios
ISO 18529	E	HCD.7.6 Asegurar la conformidad con la legislación ergonómica del lugar de trabajo
ISO 9241- 210	N	HCD.7.7 Dar seguimiento de la evaluación a largo plazo

ISO 9241-210	N	HCD7.8 Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario
--------------	---	---

N= Proceso o actividad nueva

Tabla 13 Estructura de procesos y actividades HCD

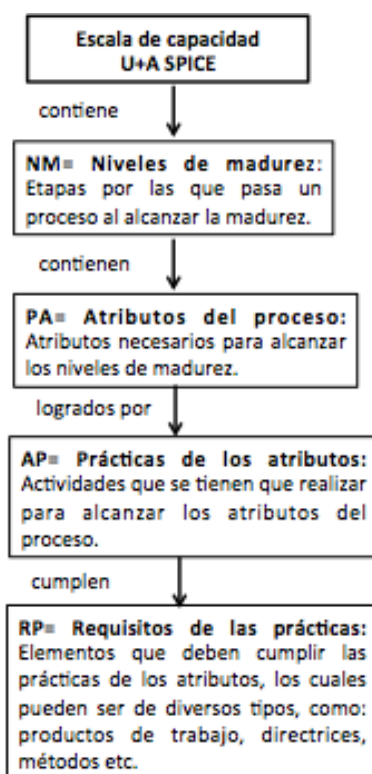
A= Proceso o actividad adecuada

M= Nombre de proceso o actividad modificado

E= Proceso o actividad existente

3.3.2 Estructura de la Escala de Capacidad Propuesta

Debido a que el cumplimiento de la normativa ISO 15504 es necesaria para determinar el nivel de capacidad de los procesos, pero no es suficiente para asegurar la calidad en los procesos centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad, se desarrolló la escala de capacidad U+A SPICE basada en la normativa ISO 15504. A continuación la Ilustración 12, presenta la estructura de la escala de capacidad propuesta.

**Ilustración 12 Estructura U+A SPICE**

La escala de capacidad U+A SPICE, toma como base los seis niveles de capacidad de la normativa ISO 15504 (NM) a los cuales se les integran 5 nuevos atributos de los procesos (PA) centrados en la Usabilidad y Accesibilidad y 10 prácticas de atributos (AP) que contienen requisitos de las prácticas (RP) que se tienen que cumplir para el logro de los atributos del proceso. Las prácticas de los atributos (AP), especifican qué se requiere lograr

para alcanzar los atributos del proceso y los requisitos de las prácticas (RP) especifican cómo lograrlo.

Los niveles de madurez (NM), se alcanzan a través de la evaluación de los atributos del proceso (PA), que son calificados en base al cumplimiento de las prácticas de los atributos (AP) y de sus requisitos (RP), los cuales son elementos que deben cumplir las prácticas de los atributos, estos pueden ser de diversos tipos como: productos de trabajo, especificaciones, directrices de Usabilidad y Accesibilidad, métodos y técnicas de evaluación de Usabilidad y Accesibilidad, entre otros. Los requisitos de las prácticas, especifican como deben ser realizadas las prácticas de los atributos, es decir especifican que elementos deben cumplir las prácticas y productos resultantes para alcanzar la calidad necesaria.

En el desarrollo de la escala de capacidad U+A SPICE, se sustituyó los atributos del proceso de la escala de capacidad ISO 15504 integrando los nuevos atributos de proceso (PA) con sus prácticas (AP) y requisitos (RP) centrados en prácticas Usabilidad y Accesibilidad del modelo. Es importante mencionar que se puede evaluar el cumplimiento del modelo MODECUA, a través de la escala de capacidad definida en la normativa ISO 15504 debido a su generalidad y aplicabilidad. A continuación la Tabla.14, muestra la estructura de la escala de capacidad U+A SPICE con las fuentes de origen de los atributos del proceso, prácticas de los atributos y requisitos de las prácticas aportados en este trabajo, así como los tipos de niveles, atributos, prácticas, y requisitos (Nuevos, Existentes), los cuales se detallarán más adelante.

Fuente	Tipo	U+A SPICE
ISO 15504	E	NM.1 Nivel 0: Proceso Incompleto
ISO 15504	E	NM.2 Nivel 1: Proceso Realizado. Los siguientes atributos demuestran el logro del nivel:
ISO 18529 práctica HCD.1	N	PA2.1 Atributo de integración del enfoque centrado en el usuario. Las prácticas para el logro de este atributo son:
ISO 18529 práctica HCD1.3	N	AP.2.1.1 Garantizar que la estrategia del sistema incluya la participación de usuarios e involucrados en todo el ciclo de vida del proceso. Los elementos que deben formar parte de la estrategia del sistema son:
Atributos de la Estrategia del sistema	N	RP.2.1.1.1 La descripción del alcance del sistema
		RP.2.1.1.2 La descripción de los objetivos del sistema
		RP.2.1.1.3 La especificación de las metas para alcanzar la estrategia del sistema
		RP.2.1.1.4 La especificación de los recursos necesarios para alcanzar la estrategia del sistema
		RP.2.1.1.5 La identificación de riesgos, que podrían impedir alcanzar la estrategia del sistema

ISO 9241-210 práctica HCD.4.7	N	AP.2.1.2 Asegurar la integración de requerimientos de usuario y organizacionales en el proceso. Los requerimientos de usuario y organizacionales deben:
Especificación de requerimientos	N	RP.2.1.2.1 Ser especificados en lenguaje natural
		RP.2.1.2.2 Ser expresados de forma individual
		RP.2.1.2.3 Ser organizados de forma jerárquica (a distintos niveles de detalle)
		RP.2.1.2.4 Ser enumerados en orden de prioridad, para facilitar su gestión
		RP.2.1.2.5 Ser claros y concretos, evitando imprecisiones y ambigüedades
		RP.2.1.2.6 Ser concisos y sin figuras retóricas
		RP.2.1.2.7 Ser completos y consistentes
		RP.2.1.2.8 Especificar lo que se espera que haga el sistema
		RP.2.1.2.9 Justificar la causa por la cual es requerido y quien lo requiere
		RP.2.1.2.10 Especificar los criterios de aceptación que sean aplicables
ISO 15504	E	NM.3 Nivel 2: Proceso Gestionado. Los siguientes atributos demuestran el logro del nivel:
ISO 9241-210 práctica HCD.2	N	PA.3.1 Atributo de gestión del enfoque centrado en el usuario. Las prácticas para el logro de este atributo son:
ISO 9241-20 práctica HCD.2.3	N	AP.3.1.1 Gestionar la aplicación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad necesarias. Las directrices de Usabilidad, Accesibilidad y Calidad son:
Atributos para mejorar la usabilidad en un sistema interactivo	N	RP.3.1.1.1 Facilidad de aprendizaje: El sistema debe ser fácil de aprender
		RP.3.1.1.2 Sintetizabilidad: El sistema debe mostrar al usuario cualquier cambio en su operación
		RP.3.1.1.3 Familiaridad: El sistema debe adaptarse a los conocimientos del usuario derivados de su experiencia en el uso de otros sistemas.
		RP.3.1.1.4 Consistencia: Los elementos del sistema deberán poder ser utilizados de la misma forma
		RP.3.1.1.5 Flexibilidad: El sistema deberá poder intercambiar información de múltiples maneras
		RP.3.1.1.6 Robustez: El sistema deberá permitir al usuario cumplir sus objetivos
		RP.3.1.1.7 Recuperabilidad: El sistema deberá permitir al usuario corregir fácilmente sus errores.
		RP.3.1.1.8 Tiempo de respuesta: El sistema deberá responder al usuario rápidamente.

		RP.3.1.1.9 Adaptación de las tareas: El sistema deberá adaptar las tareas al modelo mental del usuario.
		RP.3.1.1.10 Disminución de la carga cognitiva: El sistema deberá permitir al usuario reconocer fácilmente sus acciones.
Principios de Accesibilidad W3C para contenido Web 2.0	N	RP.3.1.1.11 Perceptible: La información y todos los componentes del sistema deben ser fáciles de identificar por el usuario
		RP.3.1.1.12 Operable: Los componentes del sistema y la navegación deben funcionar adecuadamente.
		RP.3.1.1.13 Comprensible: El contenido del sistema y su funcionamiento deben ser fáciles de comprender por el usuario.
		RP.3.1.1.14 Robusto: El contenido del sistema debe poder ser interpretado por una variedad de aplicaciones
Modelo de calidad en uso de la normativa ISO 9126-4	N	RP.3.1.1.15 Efectividad: El sistema deberá permitir al usuario alcanzar sus objetivos con precisión y completitud
		RP.3.1.1.16 Productividad: El sistema deberá permitir al usuario utilizar la cantidad apropiada de recursos para conseguir sus objetivos.
		RP.3.1.1.17 Seguridad: El funcionamiento del sistema no deberá poner en riesgo al usuario.
		RP.3.1.1.18 Satisfacción: El sistema deberá procurar satisfacer las necesidades y expectativas de los usuarios
ISO 9241-20 práctica HCD.2.3	N	AP.3.1.2 Gestionar la aplicación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario. Los métodos y técnicas de evaluación de Usabilidad y Accesibilidad son:
Métodos y técnicas de evaluación de Usabilidad y Accesibilidad	N	RP.3.1.2.1 Encuestas de Contexto
		RP.3.1.2.2 Estudio Etnográfico/ Observación de campo
		RP.3.1.2.3 Entrevistas a grupos objetivo
		RP.3.1.2.4 Encuestas personales
		RP.3.1.2.5 Cuestionarios
		RP.3.1.2.6 Grupo focal
		RP.3.1.2.7 Evaluación Heurística
		RP.3.1.2.8 Recorrido cognitivo
		RP.3.1.2.9 Ensayo Pluralista
		RP.3.1.2.10 Inspección de características
		RP.3.1.2.11 Inspección de Consistencia
		RP.3.1.2.12 Inspección de Estándares de Usabilidad
		RP.3.1.2.13 Pruebas de usabilidad

		RP.3.1.2.14 Protocolo de "Pensar en Voz Alta"
		RP.3.1.2.15 Medida de Rendimiento
		RP.3.1.2.16 Prototipado
		RP.3.1.2.17 Diagramas de Afinidad
		RP.3.1.2.18 Ordenación de Tarjetas
		RP.3.1.2.19 Evaluación automatizada
		RP.3.1.2.20 Inspección de Estándares de Accesibilidad
ISO 15504	E	NM.4 Nivel 3: Proceso Establecido. Los siguientes atributos demuestran el logro del nivel:
ISO 9241-210 práctica HCD.6.7	N	PA.4.1 Atributo de implantación del enfoque centrado en el usuario. Las prácticas para el logro de este atributo son:
ISO 18529 práctica HCD.2.7	N	AP.4.1.1 Garantizar el cumplimiento de las políticas de calidad y diseño centrado en el humano. El producto de trabajo requerido para el cumplimiento de esta práctica es:
Producto de trabajo S.7.7.2	N	RP.4.1.1.1 El informe de cumplimiento de las políticas de diseño centrado en el usuario
ISO 18529 práctica HCD.6.2	N	AP.4.1.2 Asegurar que el sistema cumpla con los requerimientos de usuarios e involucrados. El producto de trabajo requerido para el cumplimiento de esta práctica es:
Producto de trabajo S.6.4.1	N	RP.4.1.2.1 El informe de conformidad del sistema con los requerimientos de usuarios y de la Organización
ISO 15504	E	NM.5 Nivel 4: Proceso Predecible. Los siguientes atributos demuestran el logro del nivel:
ISO 9241-210 práctica HCD.7.7	N	PA.5.1 Atributo de rendimiento del enfoque centrado en el usuario. Las prácticas para el logro de este atributo son:
ISO 9241-210 práctica HCD.4.9	N	AP.5.1.1 Asegurar que las prácticas de diseño centrado en el humano, cumplan con los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del proceso. Los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad deben ser:
Técnica SMART	N	RP.5.1.1.1 Específicos: Deben ser concretos y deben permitir identificar lo que se desea lograr
Técnica SMART	N	RP.5.1.1.2 Medibles: Deben ser fáciles de cuantificar y deben permitir seguir su progreso
Técnica SMART	N	RP.5.1.1.3 Alcanzables: Deben ser realizables bajo las condiciones actuales
Técnica SMART	N	RP.5.1.1.4 Realistas: Deben considerar los recursos con los que se cuenta para alcanzarlos
Técnica SMART	N	RP.5.1.1.5 Limitados en tiempo: Deben especificar el tiempo límite de cumplimiento

ISO 18529 práctica HCD.6.5	N	AP.5.1.2 Evaluar el rendimiento de las prácticas del proceso de diseño centrado en el humano. Para el cumplimiento de esta práctica se deben realizar las siguientes evaluaciones:
Evaluación cualitativa de las directrices de usabilidad y accesibilidad	N	RP.5.1.2.1 Evaluación cualitativa de atributos de accesibilidad y usabilidad
Evaluación cuantitativa de la calidad de uso	N	RP.5.1.2.2 Evaluación cuantitativa de métricas de calidad de uso
ISO15504	E	NM.6 Nivel 5: Proceso Optimizado Los siguientes atributos demuestran el logro del nivel:
ISO 9241-210 práctica HCD.7.8	N	PA.6.1 Atributo de optimización del enfoque centrado en el usuario. Las prácticas para el logro de este atributo son:
ISO 9241-210 práctica HCD.7.7	N	AP.6.1.1 Garantizar la satisfacción de usuarios e involucrados con el sistema a largo plazo. El producto de trabajo requerido para el cumplimiento de esta práctica es:
Producto de trabajo S.7.7.3	N	RP.6.1.1.1 El informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema actual.
ISO 18529 prácticas: HCD.7.4 y HCD.7.5	N	AP.6.1.2 Asegurar la satisfacción de usuarios e involucrados con los servicios de apoyo y soporte del sistema. Los productos de trabajo requeridos para el cumplimiento de esta práctica son:
Producto de trabajo S.7.4.2	N	RP.6.1.2.1 El informe de resultados de la satisfacción de los usuarios e involucrados con la capacitación
Producto de trabajo S.7.5.2	N	RP.6.1.2.2 El informe de satisfacción de usuarios con la atención y resolución de incidencias.

N= Práctica, atributo o requisito nuevo **Tabla 14 Estructura U+A SPICE**

E= Nivel de madurez existente

3.4 Descripción detallada del Modelo

El modelo de madurez MODECUA, esta enfocado a ser utilizado por dos tipos de usuarios: las personas que requieren evaluar los procesos centrados en el usuario y las personas que realizan o usan procesos de desarrollo de sistemas y requieren centrar sus procesos en el usuario, incluyendo prácticas de Usabilidad y Accesibilidad.

La base del modelo propuesto, esta compuesta por dos elementos principales: Los procesos de diseño centrado en el humano (HCD) y la escala de capacidad U+A SPICE. Los procesos HCD, tienen el objetivo de integrar procesos basados en buenas prácticas centradas en la Usabilidad y la Accesibilidad, al proceso de desarrollo de software, a través del cumplimiento de sus actividades, las cuales demuestran su cumplimiento al generar y usar productos de trabajo. La escala de capacidad U+A SPICE, tiene el objetivo de evaluar el cumplimiento de la integración exitosa de los procesos HCD, a través de la realización de sus prácticas de los atributos (AP), las cuales alcanzan los atributos del proceso para cada

nivel de madurez. Los niveles de madurez se alcanzan, dependiendo de la evaluación de los atributos del proceso de cada nivel. A continuación se profundizará en cada uno de estos elementos principales del modelo.

3.4.1 Proceso de Diseño centrado en el humano (HCD)

El Diseño centrado en el humano (HCD), se logra a través de la ejecución de los procesos centrados en la Usabilidad y Accesibilidad del modelo. Estos procesos se refieren siempre a todo el ciclo de desarrollo del sistema, es decir abarca las etapas desde la concepción, planeación, desarrollo, puesta en marcha, mantenimiento y soporte a largo plazo del sistema, no sólo se enfoca en la etapa de desarrollo de sistema. Los procesos abarcan las actividades humanas centradas en Usabilidad y Accesibilidad que se desarrollan a lo largo del ciclo de vida del sistema.

Los procesos son promulgados a través de la implementación de un conjunto de actividades. Las actividades son subprocesos de un proceso. Estas actividades describen lo que hay que hacer para lograr el proceso. Las actividades son promulgadas mediante el uso de métodos, técnicas y herramientas.

Las actividades utilizan y producen productos de trabajo de entrada y de salida. Los productos de trabajo pueden ser de muchas formas como: piezas de información, documentos, hardware, software, cursos de formación, la sensibilización en las personas, entre otros. La nomenclatura utilizada para la descripción de los procesos, actividades y productos de trabajo del modelo, es la siguiente:

- 1. Proceso HCD:** (HCD + número del proceso + nombre del proceso)
- 2. Actividad HCD:** (HCD + número del proceso + número de la actividad + nombre de la actividad)
- 3. Producto de trabajo de entrada:** (E+ número del proceso + número de la actividad + número del producto de trabajo + nombre del producto de trabajo)
- 4. Producto de trabajo de salida:** (S+ número del proceso + número de la actividad + número del producto de trabajo+ nombre del producto de trabajo). A continuación se describen los procesos HCD del modelo.

PROCESO HCD.1: ASEGURAR, QUE EL CONTENIDO HCD ESTE EN LA ESTRATEGIA DEL SISTEMA

El objetivo del proceso es establecer y mantener un enfoque centrado en los involucrados y usuarios en cada estrategia de la Organización, así como en la definición del concepto, desarrollo, soporte y en la comercialización de los sistemas. El propósito del proceso se alcanza con el cumplimiento adecuado de las siguientes actividades:

Actividad HCD.1.1 Representar a los involucrados

Actuar como defensor de los usuarios finales e involucrados en el desarrollo del sistema en el equipo de desarrollo y en la organización, recordándole al personal de desarrollo que el sistema esta destinado a ser utilizado por usuarios reales y tiene que alcanzar la máxima calidad en uso. Esta función incluye, defender el enfoque centrado en el humano, llegar a acuerdos para asegurar la participación de los usuarios finales en los estudios conceptuales, investigación y difusión de aspectos relevantes del contexto de uso.

El producto de trabajo de entrada requerido para el cumplimiento de esta actividad es:

E1.1.1 Los acuerdos de participación de usuarios e involucrados en el desarrollo del sistema.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.1.1.1 El plan de participación de usuarios e involucrados en el desarrollo del sistema.

Actividad HCD.1.2 Recopilar información del mercado

Realizar investigaciones prospectivas a los grupos de usuarios potenciales, con el fin de identificar necesidades futuras de nuevos usuarios o involucrados del sistema, así como identificar el contexto de uso esperado de los sistemas futuros para establecer procedimientos que permitan aplicarlo a los sistemas futuros.

El producto de trabajo de entrada requerido para el cumplimiento de esta actividad es:

E.1.2.1 Las necesidades sociales y socio-técnicas del mercado meta

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.1.2.1 El plan de análisis de mercado

S.1.2.2 Las investigaciones de mercado

S.1.2.3 La predicción de contexto(s) de uso esperado

Actividad HCD.1.3 Definir y planear la estrategia del sistema

Presentar la información del mercado como una visión e incluir esta visión en la estrategia del sistema. Utilizar la contabilidad de costes del ciclo de vida, con el fin de evaluar el coste del enfoque de diseño centrado en el humano.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.1.3.1 La estrategia de la organización

E.1.3.2 La descripción original del sistema**E.1.3.3** La contabilidad de costes del desarrollo del sistema

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.1.3.1 La estrategia del sistema**S.1.3.2** La evaluación de costes del diseño centrado en el humano**S.1.3.3** El análisis del retorno sobre la inversión (ROI)**Actividad HCD.1.4 Obtener retroalimentación del mercado**

Ampliar la investigación para refinar y consolidar la estrategia del sistema en base a la retroalimentación de los usuarios y mercado meta del sistema.

El producto de trabajo de entrada requerido para el cumplimiento de esta actividad es:

E.1.4.1 La retroalimentación de las investigaciones de mercado

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.1.4.1 El análisis de la competencia**Actividad HCD.1.5 Analizar las tendencias de los usuarios**

Buscar cambios en las necesidades y preferencias de usuarios (por ejemplo, en sus habilidades y conocimientos adquiridos en capacitaciones de la organización, así como las necesidades y deseos de los productos de consumo) tareas (por ejemplo, cambios en el tipo de trabajo o volúmenes de trabajo), en el contexto (por ejemplo, cambios en los entornos de trabajo y de vida, nuevas tecnologías, costumbres sociales, políticas y expectativas). Es importante analizar esta información para estimar las necesidades futuras.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.1.5.1 Los requerimientos futuros de usuarios**E.1.5.2** Las tendencias tecnológicas**E.1.5.3** Los estudios demográficos**E.1.5.4** Las previsiones de los expertos en diseño y desarrollo de software

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.1.5.1 El análisis de tendencias de preferencias de usuarios

Actividad HCD.1.6 Comunicar la estrategia del sistema a todos los involucrados

Dar a conocer la estrategia del sistema, tanto al equipo de trabajo como a todos los involucrados debido a que es muy importante que todas las actividades individuales y en grupo estén alineadas a la estrategia del sistema. Para ello es necesario, contar con un plan de comunicación que contemple todas las acciones necesarias que se llevarán a cabo con el objetivo de comunicar, implementar y asegurar la estrategia del sistema centrada en el humano en todo el ciclo de vida de desarrollo del sistema.

El producto de trabajo de entrada requerido para el cumplimiento de esta actividad es:

E.1.6.1 La estrategia del sistema

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.1.6.1 El plan de comunicación de la estrategia del sistema

S.1.6.2 El Informe de comunicación de la estrategia del sistema

PROCESO HCD.2: PLANIFICAR Y GESTIONAR EL PROCESO DE DISEÑO CENTRADO EN EL HUMANO

El objetivo del proceso es especificar cómo las actividades centradas en el humano encajan en todo el proceso del ciclo de vida del sistema y la organización. El propósito del proceso se alcanza con el cumplimiento adecuado de las siguientes actividades:

Actividad HCD.2.1 Asegurar y fomentar la participación de los involucrados

Establecer estructuras, mecanismos y procedimientos para asegurar que los involucrados participen y sean consultados en cada aspecto significativo del desarrollo e implementación del sistema de manera efectiva. Es importante sensibilizar y concientizar a todo el equipo de trabajo y a los involucrados de la organización de la importancia de aplicar y mantener un proceso centrado en el humano durante todo el ciclo de vida del sistema.

El producto de trabajo de entrada requerido para el cumplimiento de esta actividad es:

E.2.1.1 El plan de negocios

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.2.1.1 El programa de capacitación para sensibilizar y concientizar a los involucrados

S.2.1.2 Lista de asistencia de involucrados al programa de sensibilización

Actividad HCD.2.2 Identificar y planear la participación de los usuarios

Decidir sobre la forma más efectiva de incluir al usuario en cada etapa del proyecto, tomando en cuenta la incorporación de las buenas prácticas y el trabajo en equipo para lograr la participación apropiada de los usuarios.

El producto de trabajo de entrada requerido para el cumplimiento de esta actividad es:

E.2.2.1 La identificación de recursos organizacionales

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.2.2.1 El plan de participación de usuarios e involucrados en el proceso de diseño centrado en el humano.

Actividad HCD.2.3 Seleccionar pautas, métodos y técnicas centradas en el humano

Decidir que pautas, métodos y técnicas de Usabilidad, Accesibilidad y Ergonomía se incluirán y cómo se van a incluir en el proceso de desarrollo del sistema. Definir como estas, se conectarán a la metodología del ciclo de vida particular del sistema que está siendo utilizada en el desarrollo del sistema. El diseño para la experiencia del usuario es un proceso de innovación que tiene en cuenta la satisfacción del usuario (incluyendo los aspectos emocionales y estéticos) así como la eficacia y la eficiencia. El diseño implica una variedad de enfoques creativos para lograr una buena experiencia de usuario.

El producto de trabajo de entrada requerido para el cumplimiento de esta actividad es:

E.2.3.1 La identificación de pautas, métodos y técnicas de Usabilidad y Accesibilidad para incluir en el diseño del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.2.3.1 El plan de inclusión de pautas métodos y técnicas centradas en el usuario al proceso de desarrollo del sistema.

S.2.3.2 La especificación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad.

S.2.3.3 La especificación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario.

S.2.3.4 La descripción de procedimientos para garantizar la plena utilización de la retroalimentación de todas las simulaciones, pruebas y evaluaciones.

Actividad HCD.2.4 Garantizar un enfoque centrado en el humano dentro del equipo del proyecto

Establecer una cultura multidisciplinaria en el equipo del proyecto, manteniendo un enfoque de diseño centrado en el humano. Identificar las habilidades y conocimientos especializados necesarios dentro del equipo de trabajo para planificar la manera de proporcionarlas.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.2.4.1 El programa de capacitación para sensibilización y concientización del equipo de trabajo.

E.2.4.2 La constitución del equipo de trabajo multidisciplinar

E.2.4.3 La identificación del grado de habilidades y experiencia del equipo de trabajo

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.2.4.1 La lista de participación del equipo de trabajo al programa de capacitación para sensibilización y concientización.

S.2.4.2 El plan de comunicación y promoción de políticas de diseño centrado en el humano para los involucrados.

Actividad HCD.2.5 Planear las actividades de diseño centradas en el humano

Desarrollar un plan que especifique, cómo las actividades centradas en el humano se integran en el proceso general de desarrollo del sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.2.5.1 Los resultados de las evaluaciones

E.2.5.2 El plan de desarrollo del sistema

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.2.5.1 El plan de diseño centrado en el humano, el cual deberá incluir los siguientes elementos:

- La definición de procesos de diseño centrado en el humano (HCD)
- La descripción de los objetivos del proceso y las actividades
- La descripción de actividades centradas en el humano que se llevarán a cabo.
- La identificación de hitos durante el proceso de diseño y desarrollo, por ejemplo a través de la especificación de documentos del ciclo de vida.
- La descripción de escalas de tiempo adecuadas que permitan incorporar la retroalimentación en la documentación técnica.

Actividad HCD.2.6 Administrar las actividades centradas en el humano

Incluir específicamente los enfoques del usuario en la gestión de proyectos y en los departamentos de desarrollo. Garantizar que el proceso de desarrollo del sistema tome en cuenta la inclusión del usuario. Incluir aspectos relevantes de los involucrados y de los usuarios en las actividades de soporte (por ejemplo, gestión de contratos y compras).

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.2.6.1 Las estadísticas de gestión del proyecto

E.2.6.2 Los datos de monitoreo del proyecto

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.2.6.1 El plan de gestión del diseño centrado en el humano, el cual deberá incluir los siguientes elementos:

- a) El procedimiento para la integración de las actividades de diseño centradas en el humano con otras actividades de desarrollo.
- b) Los procedimientos para establecer la comunicación en las actividades de diseño centrado en el humano.
- c) Los métodos para el registro de nuevas actividades de diseño centrado en el humano en el plan de diseño centrado en el humano.

S.2.6.2 El informe de cumplimiento del plan de gestión del diseño centrado en el humano

Actividad HCD.2.7 Promover el enfoque centrado en el humano

Promover un enfoque centrado en el humano dentro de la empresa estableciendo, comunicando y manteniendo una política centrada en el humano en la Organización. Los directores generales y los directores de desarrollo deben implementar una política de diseño centrado en el usuario, así como garantizar que la política se siga durante la planificación, diseño, desarrollo y evaluación de equipos y servicios TIC. Generalmente es mejor y tiene menor coste cuando la usabilidad y la accesibilidad se plantean desde el inicio del proceso de diseño.

El producto de trabajo de entrada requerido para el cumplimiento de esta actividad es:

E.2.7.1 El plan de diseño centrado en el humano.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.2.7.1 La especificación de políticas de diseño centrado en el usuario.

S.2.7.2 El informe de cumplimiento de las políticas de diseño centrado en el usuario.

S.2.7.3 El plan de promoción del enfoque centrado en el humano en la organización.

S.2.7.4 El informe de cumplimiento del plan de promoción del enfoque centrado en el humano en la organización.

Actividad HCD.2.8 Proporcionar apoyo para el diseño centrado en el humano

Incluir aspectos centrados en el humano relevantes en los procedimientos de soporte (por ejemplo la garantía de la calidad, control de cambios, proceso y método de mantenimiento, gestión de recursos). Asegurar que éstas actividades se lleven a cabo como parte integral de la gestión de la infraestructura de la empresa.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.2.8.1 Las consideraciones relevantes de usabilidad y accesibilidad para el soporte a usuarios y mantenimiento del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.2.8.1 La identificación del material de apoyo necesario para el diseño centrado en el humano.

S.2.8.2 La especificación de la tecnología de soporte, de acuerdo a consideraciones de usabilidad, accesibilidad y ergonomía.

PROCESO HCD.3: COMPRENDER Y ESPECIFICAR EL CONTEXTO DE USO

El objetivo del proceso es identificar, aclarar y documentar las características de los involucrados, sus tareas y entornos en el que el sistema funcionará. El propósito del proceso se alcanza con el cumplimiento adecuado de las siguientes actividades:

Actividad HCD.3.1 Identificar y documentar las tareas del usuario

Describir las actividades que los usuarios realizan para lograr los objetivos del sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.3.1.1 La identificación de las actividades y tareas de usuarios e involucrados.

E.3.1.2 La descripción de los requerimientos del sistema.

E.3.1.3 La especificación del alcance del proyecto.

E.3.1.4 La descripción de las instrucciones de trabajo.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.3.1.1 La especificación de las actividades y tareas de usuarios e involucrados

Actividad HCD.3.2 Identificar y documentar atributos y características significantes de usuarios

Describir las características relevantes de los usuarios finales del sistema. Esto incluye identificar sus conocimientos, idiomas, capacidades físicas, nivel de experiencia con las tareas del trabajo y con el equipo relevante del sistema, tecnologías de asistencia que utilizan (en caso de necesitarla) etc. Prestar especial atención a la variedad de características de los usuarios con discapacidad y documentar el impacto de estas características para el uso del sistema. La gama de características de usuarios soportadas por los equipos y servicios TIC, deberían ser suficientemente amplias como para permitir que la mayor gama posible de usuarios puedan realizar las tareas previstas en el diseño. "La accesibilidad del sistema aumenta en proporción a la variedad de características de usuario tomadas en cuenta de forma que los usuarios puedan alcanzar los objetivos de la tarea [8]".

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.3.2.1 La identificación de usuarios representativos

E.3.2.3 La identificación de conocimientos y habilidades de usuarios

E.3.2.4 La identificación de idiomas de usuarios

E.3.2.5 La identificación de habilidades y el grado de experiencia con las tareas de usuarios

E.3.2.6 La identificación de las limitaciones y discapacidades de usuarios

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.3.2.1 La descripción de características y atributos significativos de usuarios.

S.3.2.2 La descripción del impacto de las características y atributos significativos del usuario para el uso del sistema.

Actividad HCD.3.3 Identificar y documentar el entorno organizacional

Describir el entorno social y organizacional relevante, la estructura administrativa y prácticas organizacionales, así como las características del entorno organizacional que pueden afectar la usabilidad, accesibilidad y ergonomía del sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.3.3.1 La descripción de las características relevantes del entorno organizacional y/o social donde se implementará el sistema.

E.3.3.2 La descripción de actividades centradas en el humano que se llevarán a cabo.

E.3.3.3 La identificación de las prácticas organizacionales que serán afectadas por la implementación del sistema.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.3.3.1 La descripción del entorno organizacional y/o social donde se aplicará y usará el sistema.

Actividad HCD.3.4 Identificar y documentar el entorno técnico

Describir las características relevantes de cualquier equipo que se usará, tanto para la implementación, uso y evaluación del sistema. Se debe prestar particular atención al equipo con el que los usuarios interactúan directamente, así como las características del entorno técnico que pueden afectar la usabilidad, accesibilidad y ergonomía del sistema. Es importante tomar en cuenta la tecnología asistencia que requieren los usuarios con alguna discapacidad para acceder al sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.3.4.1 La descripción de las características relevantes del entorno técnico

E.3.4.2 Lista de los equipos requeridos para la implementación y uso del sistema

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.3.4.1 La descripción detallada del entorno técnico.

Actividad HCD.3.5 Identificar y documentar el entorno físico

Describir la ubicación, lugar de trabajo del equipo y/o sistema y las condiciones ambientales. Por ejemplo, niveles de iluminación, niveles de ruido, la vibración, así como las características del entorno físico que pueden afectar la usabilidad, accesibilidad y ergonomía del sistema.

El producto de trabajo de entrada requerido para el cumplimiento de esta actividad es:

E.3.5.1 La descripción de las características relevantes del entorno físico

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.3.5.1 La descripción del entorno físico donde se llevará a cabo las evaluaciones, uso e implementación del sistema.

PROCESO HCD.4 ESPECIFICAR LOS REQUISITOS DE USUARIO Y LA ORGANIZACIÓN

El objetivo del proceso, es establecer los requisitos de los usuarios e involucrados de la Organización para el sistema. Este proceso tiene plenamente en cuenta las necesidades, competencias y el entorno de trabajo de cada involucrado relevante para el sistema. El propósito del proceso se alcanza con el cumplimiento adecuado de las siguientes actividades:

Actividad HCD.4.1 Identificar y documentar las necesidades de los usuarios e involucrados

Identificar y documentar todas las necesidades de los usuarios e involucrados, teniendo en cuenta el contexto de uso. Estas necesidades deben incluir los requerimientos de los usuarios para alcanzar el uso adecuado del sistema, así como se debe identificar y describir todas las restricciones impuestas por el contexto de uso.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.4.1.1 La descripción de características y atributos significativos de usuarios**E.4.1.2** Las restricciones del contexto de uso (entorno, tareas y usuarios)

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.4.1.1 Las necesidades de usuarios e involucrados.**S.4.1.2** La descripción del contexto de uso del sistema.

Actividad HCD.4.2 Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios

Identificar y describir un conjunto de necesidades de usuarios o involucrados que presenten alguna discapacidad o limitación debido a alguna reducción de sus capacidades, a través de factores ambientales, lesiones, discapacidad o degradación natural de envejecimiento así como considerar la tecnología de asistencia que requieren para acceder al sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.4.2.1 Las necesidades de usuarios e involucrados

E.4.2.2 La descripción del contexto de uso del sistema

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.4.2.1 Las necesidades de accesibilidad de usuarios

Actividad HCD.4.3 Identificar y documentar los objetivos del sistema

Describir los objetivos que el usuario o involucrados desean alcanzar a través de la utilización del sistema y realizar un análisis de factibilidad, con el objetivo de evaluar si dichos objetivos son realizables o no, así como priorizar los que resulten factibles de aplicar.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.4.3.1 La estrategia del sistema

E.4.3.2 Las necesidades de usuarios e involucrados

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.4.3.1 El análisis de factibilidad

S.4.3.2 La descripción de los objetivos del sistema

Actividad HCD.4.4 Identificar roles de los involucrados

Identificar y analizar los roles de cada grupo de usuarios que puedan verse afectados por el sistema. Evaluar la importancia y relevancia del sistema para cada grupo de involucrados, usuarios finales del sistema y/o los que se verán afectados por la entrada o salida del sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.4.4.1 La descripción de las instrucciones de trabajo

E.4.4.2 La especificación de las actividades y tareas de usuarios e involucrados

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.4.4.1 La identificación de roles de involucrados afectados por la entrada o salida del sistema.

Actividad HCD.4.5 Evaluar los riesgos para los involucrados

Analizar e identificar los riesgos que puedan afectar la seguridad, salud y bienestar de los involucrados del sistema, tomando en cuenta los riesgos que afectan a los usuarios con discapacidad. Relacionarlos con la evaluación general de riesgos para el sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.4.5.1 La identificación de riesgos potenciales para los usuarios

E.4.5.2 El análisis de riesgos potenciales

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.4.5.1 La evaluación de riesgos de involucrados en el uso del sistema

S.4.5.2 El plan de gestión de riesgos para involucrados en el uso del sistema

Actividad HCD.4.6 Definir el uso y accesibilidad del sistema

Especificar el comportamiento requerido y el funcionamiento del sistema para lograr la mejor experiencia de los involucrados relevantes y/o los usuarios organizacionales con el sistema. Determinar el grado de usabilidad y accesibilidad que se requiere para implementar al sistema, basándose en principios, pautas, necesidades, requerimientos, características, contexto de uso etc. La experiencia de usuario cubre cada aspecto de la relación con un involucrado relevante con el sistema desde la puesta en marcha hasta su puesta fuera de servicio.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.4.6.1 El grado de experiencia de usuarios con las tareas.

E.4.6.2 La descripción del contexto de uso del sistema.

E.4.6.3 Las necesidades de usuarios e involucrados.

E.4.6.4 Las necesidades de accesibilidad de usuarios.

E.4.6.5 La descripción de características y atributos significativos de usuarios.

E.4.6.6 La especificación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.4.6.1 La especificación de usabilidad y accesibilidad requerida para el sistema.

Actividad HCD.4.7 Generar requerimientos de los usuarios y la organización

Desarrollar una declaración explícita y formal de los requerimientos de usuarios, involucrados y de la Organización para el sistema. Se deben tomar en cuenta las especificaciones de usabilidad y accesibilidad requeridas para el sistema, el contexto de uso, las necesidades de usuarios e involucrados, así como la normativa organizacional vigente.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.4.7.1 Las necesidades de usuarios e involucrados.

E.4.7.2 La especificación de usabilidad y accesibilidad requerida para el sistema.

E.4.7.3 La descripción de los objetivos del sistema.

E.4.7.4 La descripción de características y atributos significativos de usuarios.

E.4.7.5 La normativa Organizacional.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.4.7.1 La especificación de requerimientos de usuarios e involucrados.

Actividad HCD.4.8 Generar un conjunto de objetivos de calidad para el uso del sistema

Generar y acordar criterios medibles para alcanzar la calidad requerida en el uso del sistema. Es importante tomar en cuenta los objetivos del sistema, las directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad, así como los requerimientos de usuarios e involucrados.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.4.8.1 La especificación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad.

E.4.8.2 La descripción del contexto de uso.

E.4.8.3 La descripción de los objetivos del sistema.

E.4.8.4 La especificación de requerimientos de usuarios e involucrados.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.4.8.1 Los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad para el sistema

S.4.8.2 Las métricas de medición de los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del sistema.

Actividad HCD.4.9 Garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad

Asegurar el cumplimiento de los objetivos de calidad del sistema, así como los objetivos de usabilidad y accesibilidad, con el propósito de alcanzar los niveles de calidad requeridos que logren mejorar la experiencia del usuario.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.4.9.1 La especificación de políticas de diseño centrado en el usuario

E.4.9.2 Los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad para el sistema

E.4.9.3 Las métricas de medición de los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.4.9.1 El plan de aseguramiento de la calidad, usabilidad y accesibilidad.

PROCESO HCD.5: PRODUCIR SOLUCIONES DE DISEÑO

El objetivo del proceso, es crear soluciones potenciales de diseño partiendo desde lo establecido, así como desde la práctica del estado del arte, la experiencia y el conocimiento de los involucrados y los resultados del análisis del contexto de uso. El propósito del proceso se alcanza con el cumplimiento adecuado de las siguientes actividades:

Actividad HCD.5.1 Asignar funciones

Analizar el contexto de uso, las funciones requeridas y el rendimiento del sistema para distribuir las funciones entre el humano, el sistema y los componentes organizacionales para crear mejores condiciones para el cumplimiento de cada función.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.5.1.1 La descripción del contexto de uso del sistema.

E.5.1.2 La descripción de los objetivos del sistema.

E.5.1.3 La especificación de requerimientos de usuarios e involucrados.

E.5.1.4 Los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad para el sistema.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.5.1.1 La especificación de funcionalidades del sistema

Actividad HCD.5.2 Desarrollar un modelo de tareas

Desarrollar un modelo viable de nuevas tareas del usuario, utilizando los conocimientos existentes, las mejores prácticas, los requerimientos, el contexto de uso, la especificación de funcionalidades y restricciones de diseño para el sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.5.2.1 La especificación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad.

E.5.2.2 La especificación de requerimientos de usuarios e involucrados.

E.5.2.3 La descripción del contexto de uso del sistema.

E.5.2.4 La especificación de funcionalidades del sistema.

E.5.2.5 Las restricciones del contexto de uso.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.5.2.1 La especificación de las tareas del usuario con el sistema (Casos de uso).

Actividad HCD.5.3 Analizar opciones de diseño

Generar y analizar una variedad de opciones de diseño para cada aspecto del sistema, en relación con su uso y sus efectos en los involucrados tomando en cuenta las consideraciones de usabilidad, accesibilidad y ergonomía pertinentes.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.5.3.1 Las opciones de diseño.

E.5.3.2 Las restricciones del contexto de uso.

E.5.3.3 La especificación de requerimientos de usuarios e involucrados.

E.5.3.4 Los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad para el sistema.

E.5.3.5 La especificación de funcionalidades del sistema.

E.5.3.6 La especificación de las tareas del usuario con el sistema (Casos de uso).

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.5.3.1 Especificación del diseño del sistema.

Actividad HCD.5.4 Utilizar el conocimiento existente para desarrollar soluciones de diseño

Hacer uso de la experiencia y conocimientos de los especialistas en diseño centrado en el humano, así como de la información que se considere relevante de la ciencia humana para el diseño del sistema. Incluir requerimientos de los usuarios e involucrados, el contexto de uso, las normas internacionales, los requisitos legales, las patentes existentes, las buenas prácticas, las guías de estilo y los estándares de proyecto, entre otras para producir soluciones de diseño centradas en usabilidad y accesibilidad.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.5.4.1 La descripción del contexto de uso del sistema.

E.5.4.2 La especificación de requerimientos de usuarios e involucrados.

E.5.4.3 La especificación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad.

E.5.4.4 Lista de requisitos legales o requerimientos legislativos (Incluyendo leyes de medio ambiente y consideraciones locales).

E.5.4.5 Patentes existentes.

E.5.4.6 Guías de estilo.

E.5.4.7 Estándares de diseño.

E.5.4.8 La especificación de funcionalidades del sistema.

E.5.4.9 La especificación de las tareas del usuario con el sistema.

E.5.4.10 Especificación del diseño del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.5.4.1 Lista de las fuentes de conocimiento existentes y normas utilizadas, con descripción de la forma de incorporación.

S.5.4.2 La solución de diseño.

Actividad HCD.5.5 Especificar el sistema y su uso, prestando especial atención a las consideraciones de usabilidad, accesibilidad y ergonomía

Producir y especificar los componentes del diseño, de acuerdo a los requerimientos del usuario del sistema, así como a las consideraciones de usabilidad y accesibilidad necesarias. Producir descripciones de cómo se utilizará el sistema prestando atención a las funcionalidades, tareas, contexto de uso y diseño del sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.5.5.1 La especificación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad.

E.5.5.2 La descripción del contexto de uso del sistema.

E.5.5.3 La especificación de funcionalidades del sistema.

E.5.5.4 La especificación de las tareas del usuario con el sistema.

E.5.5.5 La solución de diseño.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.5.5.1 La especificación de la interacción del usuario con el sistema.

S.5.5.2 La especificación del sistema y su uso.**Actividad HCD.5.6 Desarrollar prototipos**

Hacer soluciones de diseño más concretas usando simulaciones, modelos, maquetas etc. Desarrollar una simulación o implementación de una prueba de los aspectos clave del sistema para efectos de las pruebas con usuarios o involucrados. El uso de escenarios, simulaciones, modelos y maquetas u otras formas de prototipo, permite a los diseñadores comunicar el diseño propuesto a los usuarios e involucrados con el objetivo de obtener sus puntos de vista y retroalimentación que mejore el diseño del sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.5.6.1 Las herramientas, tecnología o materiales adecuados para crear prototipos.

E.5.6.2 La solución de diseño.

E.5.6.3 La especificación de la interacción del usuario con el sistema.

E.5.6.4 La especificación del sistema y su uso.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.5.6.1 La simulación del diálogo del sistema.

S.5.6.2 Los prototipos de los componentes y de todo el sistema.

Actividad HCD.5.7 Desarrollar la capacitación a usuarios

Identificar, especificar y producir la capacitación necesaria que permita que los usuarios relevantes poder realizar tareas con eficacia usando el sistema nuevo. Proporcionar material de formación procurando que sea siempre accesible para la más amplia gama de usuarios.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.5.7.1 Requerimientos de recursos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para desarrollar la capacitación.

E.5.7.2 El plan de participación de usuarios e involucrados en el desarrollo del sistema.

E.5.7.3 La descripción del impacto de las características y atributos significativos del usuario para el uso del sistema.

E.5.7.4 La especificación de usabilidad y accesibilidad requerida para el sistema.

E.5.7.5 La especificación del sistema y su uso.

E.5.7.6 Los prototipos de los componentes y de todo el sistema.

E.5.7.7 La simulación del diálogo del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.5.7.1 El plan de capacitación para usuarios y responsables del mantenimiento del sistema.

S.5.7.2 El material de capacitación para usuarios y responsables del mantenimiento del sistema.

S.5.7.3 El material de capacitación para el responsable de implementar la capacitación.

Actividad HCD.5.8 Desarrollar el soporte a usuarios

Identificar, especificar y producir el material de soporte para los usuarios del sistema, teniendo en cuenta los cambios propuestos en los procesos de negocio y en el diseño. El servicio técnico, la documentación de apoyo, los servicios de soporte, así como las guías de ayuda dentro del sistema deberán tener en cuenta las necesidades de comunicación de usuarios con discapacidad. Incluso en los casos en que el sistema pueda ser usado sin documentación podría ser necesario ofrecer ayuda y documentación. Dicha información debería ser fácil de buscar, estar enfocada en las tareas del usuario, tener una lista concreta de pasos a desarrollar y no ser demasiado extensa [30].

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.5.8.1 Requerimientos de recursos humanos, materiales y tecnológicos necesarios para desarrollar el soporte a usuarios.

E.5.8.2 La descripción del impacto de las características y atributos significativos del usuario para el uso del sistema.

E.5.8.3 La especificación de usabilidad y accesibilidad requerida para el sistema.

E.5.8.4 La especificación del sistema y su uso.

E.5.8.5 Los prototipos de los componentes y de todo el sistema.

E.5.8.6 La simulación del diálogo del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.5.8.1 El material para apoyo y soporte a usuarios.

S.5.8.2 El material necesario para el uso del responsable(s) de brindar soporte a usuarios.

S.5.8.3 La descripción del proceso de soporte a usuarios.

PROCESO HCD.6: EVALUAR EL DISEÑO FRENTE LOS REQUISITOS

El objetivo del proceso, es recoger la retroalimentación del desarrollo del diseño con el objetivo de mejorar el diseño centrado en el usuario. Esta retroalimentación se obtiene de los requisitos de usuarios finales y otras fuentes representativas. El propósito del proceso se alcanza con el cumplimiento adecuado de las siguientes actividades:

Actividad HCD.6.1 Especificar y validar el contexto de evaluación

Describir y verificar las condiciones contra las que un sistema será probado o evaluado, así como especificar la relación y en especial las discrepancias entre el contexto de evaluación y el contexto de uso.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.6.1.1 Las métricas de medición de los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del sistema.

E.6.1.2 La descripción del contexto de uso.

E.6.1.3 El plan de inclusión de pautas métodos y técnicas centradas en el usuario, al proceso de desarrollo del sistema.

E.6.1.4 La especificación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario.

E.6.1.5 La descripción de procedimientos para garantizar la plena utilización de la retroalimentación de todas las simulaciones, pruebas y evaluaciones.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.6.1.1 El plan de evaluación, el cual deberá incluir los siguientes elementos:

- La especificación del contexto de evaluación
- La especificación de la relación y discrepancia entre el contexto de uso y el contexto de evaluación.
- La especificación de las partes del sistema que van a ser evaluadas y cómo van a ser evaluadas.
- La especificación del número de usuarios que formará parte de las pruebas, incluyendo la evidencia de la adecuación al número de usuarios y su

representatividad en la identificación del contexto de uso, así como la inclusión de usuarios con capacidades reducidas o limitaciones.

- La descripción de las técnicas y métodos para la recopilación de datos, incluyendo los métodos de pruebas de idoneidad, métodos para el sistema y el contexto de uso.

Actividad HCD.6.2 Evaluar los primeros prototipos para definir los requerimientos para el sistema

Realizar una comparativa apropiada del sistema, utilizando criterios relevantes. Desarrollar pruebas de usabilidad y accesibilidad de los sistemas de la competencia o alternativos y/o conceptos del sistema. Usar prototipos para simular las entradas de los requerimientos de los involucrados al sistema. Probar la estabilidad de los requerimientos.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.6.2.1 El plan de evaluación.

E.6.2.2 La especificación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario.

E.6.2.3 Las métricas de medición de los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del sistema.

E.6.2.4 La especificación de requerimientos de usuarios e involucrados.

E.6.2.5 Los prototipos de los componentes y de todo el sistema.

E.6.2.6 La simulación del diálogo del sistema.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.6.2.1 La especificación de requerimientos del sistema.

Actividad HCD.6.3 Evaluar los prototipos con usuarios que tengan características que representen al grupo de usuarios objetivo para mejorar el diseño

Recoger las entradas del usuario tantas veces como sea necesario, para lograr la calidad en el uso del sistema. Presentar los resultados al equipo de diseño en el formato más adecuado. Las soluciones de diseño que sustentan la accesibilidad, no son aquellos diseños dirigidos a la mayoría de la población, sino a la mayor variedad posible de usuarios incluidas las personas con diversas discapacidades. Es muy importante, tomar muy en cuenta las necesidades de los participantes en la evaluación. El personal que ejecuta las evaluaciones debe ser sensible a las necesidades de los grupos particulares, como las personas con algún tipo de limitación o discapacidad, así como también es importante proporcionarles el equipo, tecnología de asistencia y el entorno que necesitan para realizar las pruebas bajo condiciones óptimas de uso.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.6.3.1 El plan de evaluación.

E.6.3.2 Los usuarios con capacidades reducidas o limitaciones.

E.6.3.3 La tecnología de asistencia necesaria .

E.6.3.4 Los prototipos de los componentes y de todo el sistema.

E.6.3.5 La simulación del diálogo del sistema.

E.6.3.6 La especificación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario.

E.6.3.7 La descripción de las características de usuarios.

E.6.3.8 Los recursos materiales, humanos y tecnológicos necesarios para la evaluación.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.6.3.1 La evidencia de la evaluación en vídeos y/o cintas de audio.

S.6.3.2 El informe de defectos de ergonomía, usabilidad y accesibilidad encontrados.

Actividad HCD.6.4 Evaluar el sistema para comprobar que se han cumplido los requerimientos de usuarios y de la organización

Probar el desarrollo o el sistema final para asegurar que cumple con los requerimientos de los usuarios, tareas y el entorno tal como se define en su especificación.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.6.4.1 El plan de evaluación.

E.6.4.2 La especificación de requerimientos de usuarios e involucrados.

E.6.4.3 La especificación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario.

E.6.4.4 Los prototipos de los componentes y de todo el sistema.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.6.4.1 El informe de conformidad del sistema, con los requerimientos de usuarios y de la Organización.

Actividad HCD.6.5 Evaluar el sistema para comprobar que la práctica requerida se ha seguido

Verificar que los sistemas se adhieran al conocimiento aplicable de la ciencia humana, guías de estilo, normas, directrices y la legislación aplicable con el objetivo de asegurar que el sistema pueda seguir siendo usado para el contexto de uso especificado.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.6.5.1 El plan de evaluación.

E.6.5.2 Los prototipos de los componentes y de todo el sistema.

E.6.5.3 La lista de las fuentes de conocimiento existentes y normas utilizadas con descripción de la forma de incorporación.

E.6.5.4 La especificación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.6.5.1 El informe de conformidad del sistema, con las prácticas requeridas que describa como se trataron los conflictos entre los requerimientos de diseño y el conocimiento existente.

Actividad HCD.6.6 Evaluar el sistema en uso a fin de asegurar que se continúa satisfaciendo las necesidades de la organización y de los usuarios

Comprobar que el sistema en uso sigue satisfaciendo las necesidades de los cambios en la Organización, el usuario, otros involucrados y las necesidades de Usabilidad y Accesibilidad del sistema. Esto incluye, el contacto de rutina con un número representativo de usuarios que utilizan un procedimiento definido para obtener información sobre los aspectos centrados en el humano del sistema, a través de cuestionarios, informes, registros, entrevistas, etc. Así como también dar retroalimentación a los involucrados.

Es importante que los requerimientos y la especificación resultante sean correctos para poder evaluar satisfactoriamente el sistema en uso.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.6.6.1 El plan de evaluación.

E.6.6.1 Los prototipos de los componentes y de todo el sistema.

E.6.6.2 Los usuarios representativos.

E.6.6.3 La especificación de requerimientos de usuarios e involucrados.

E.6.6.4 Los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad para el sistema.

E.6.6.5 Los métodos de recolección de información relevante (cuestionarios, encuestas, entrevistas, etc.).

E.6.6.6 Los registros de uso e interacción de usuarios con el sistema.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.6.6.1 El informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema.

HCD.6.7 Modificar las soluciones de diseño en base a las evaluaciones centradas en el usuario y la retroalimentación

Utilizar la retroalimentación de las evaluaciones para mejorar y perfeccionar el sistema. La evaluación centrada en el usuario, es útil en todas las etapas del proyecto desde el concepto inicial del diseño hasta su uso a largo plazo, lo que puede aportar información para las futuras versiones del producto, sistema o servicio. En las primeras etapas de desarrollo y diseño, los cambios son relativamente rentables, cuanto más tiempo avance el proceso y se defina más el sistema mayor será el coste de los cambios.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.6.7.1 La especificación de requerimientos del sistema.

E.6.7.2 La evidencia de la evaluación en vídeos y/o cintas de audio.

E.6.7.3 El informe de defectos de ergonomía, usabilidad y accesibilidad encontrados.

E.6.7.4 El informe de conformidad del sistema con los requerimientos de usuarios y de la Organización.

E.6.7.5 El informe de conformidad del sistema con las prácticas requeridas.

E.6.7.6 El informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.6.7.1 La retroalimentación de los resultados de las evaluaciones a los usuarios e involucrados.

S.6.7.2 El documento de aprobación de cambios e implementación de mejoras al sistema.

S.6.7.3 El documento de justificación de todas las modificaciones implementadas o no implementadas para cumplir con los estándares, conocimientos existentes, buenas prácticas, necesidades particulares, requerimientos clave y retroalimentación de evaluaciones.

S.6.7.4 El prototipo y componentes del sistema mejorados, en base a la retroalimentación de las evaluaciones.

Actividad HCD.6.8 Comunicar la solución de diseño a los responsables de la implementación

Comunicar las soluciones de diseño a los equipos y responsables del desarrollo o implementación. Pueden variar los diferentes canales eficaces de comunicación que hagan llegar la documentación necesaria para el desarrollo de prototipos a equipos de diseño y desarrollo de la organización. Cualquiera que sea la naturaleza del proyecto en conjunto, debe haber algún canal que soporte la comunicación entre los responsables del diseño centrado en el humano y otros miembros del equipo del proyecto. Cuando se comunican soluciones de diseño, deben ir acompañadas de una explicación y justificación de las decisiones de implementación de cambios en el diseño, sobre todo cuando esos cambios representan una considerable inversión de recursos. La comunicación debe tener en cuenta las limitaciones impuestas por el proyecto, el conocimiento del equipo del proyecto y la comprensión acerca de la Usabilidad y Accesibilidad del diseño de interfaz de usuario.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.6.8.1 La retroalimentación de los resultados de las evaluaciones a los usuarios e involucrados.

E.6.8.2 El documento de aprobación de cambios e implementación de mejoras al sistema.

E.6.8.3 El documento de justificación de todas las modificaciones implementadas o no implementadas para cumplir con los estándares, conocimientos existentes, buenas prácticas, necesidades particulares, requerimientos clave y retroalimentación de evaluaciones.

E.6.8.4 El prototipo y componentes del sistema mejorados en base a la retroalimentación de las evaluaciones.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.6.8.1 El informe de comunicación del prototipo final a los responsables de la implementación del sistema.

PROCESO HCD.7: INTRODUCIR E IMPLEMENTAR EL SISTEMA

El objetivo del proceso, es establecer aspectos centrados en el usuario, en la implementación, soporte y mantenimiento del sistema, con el propósito de lograr un diseño sostenible centrado en el humano. El propósito del proceso se alcanza con el cumplimiento adecuado de las siguientes actividades:

Actividad HCD.7.1 Implementar la gestión del cambio

Facilitar, supervisar y garantizar aspectos de diseño centrado en el humano en la implementación del sistema. Esto incluye, la reorganización del diseño de trabajo y prácticas de trabajo, equipo de trabajo, capacitación, nuevos procesos de negocio, responsabilidades de información, etc.

El cambio es algo inevitable en los proyectos de desarrollo de software, genera confusión entre los involucrados debido a que los cambios no se analizan antes de realizarlos, no se registran antes de implementarlos, no se reporta a quienes deben saberlo o no se mantiene un control sobre ellos. Derivado de esto, es importante implementar un plan de gestión de cambios eficiente que ayude a establecer los mecanismos necesarios para procurar el control eficiente de versiones del sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.7.1.1 El documento de aprobación de cambios e implementación de mejoras al sistema

E.7.1.2 El documento de justificación de todas las modificaciones implementadas o no implementadas, para cumplir con los estándares, conocimientos existentes, buenas prácticas, necesidades particulares, requerimientos clave y retroalimentación de evaluaciones.

E.7.1.3 El prototipo y componentes del sistema mejorados en base a la retroalimentación de las evaluaciones.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.7.1.1 El plan de gestión de cambios.

S.7.1.2 El informe de cumplimiento del plan de gestión de cambios.

Actividad HCD.7.2 Determinar el impacto sobre la organización y los involucrados

Evaluar el impacto humano y organizacional del sistema, antes de ser introducido para su uso, debido a que es importante determinar que posibles efectos positivos o negativos pueda producir el sistema en la organización y en los usuarios con el propósito de

implementar mecanismos que ayuden a maximizar los efectos positivos y a mitigar los efectos negativos antes de ser producidos.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.7.2.1 Las investigaciones de mercado.

E.7.2.2 El análisis del retorno sobre la inversión (ROI).

E.7.2.3 El análisis de la competencia.

E.7.2.4 El análisis de tendencias de preferencias de usuarios.

E.7.2.5 Los métodos de recolección de información relevante (cuestionarios, encuestas, entrevistas, etc.)

E.7.2.6 El análisis de factibilidad.

E.7.2.7 La evaluación de riesgos de involucrados en el uso del sistema.

E.7.2.8 El informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.7.2.1 El informe del análisis de impactos del sistema sobre usuarios, involucrados, la Organización y el medio ambiente.

Actividad HCD.7.3 Personalizar el diseño

Proporcionar apoyo para la personalización del sistema, para ayudar a satisfacer las necesidades culturales y operativas de usuarios específicos. Proveer los detalles de personalización implementados para la gestión de la configuración.

Los equipos, servicios y sistemas de tecnología que utilizan un idioma diferente al idioma del usuario, pueden crear problemas de accesibilidad para los usuarios que no entienden ese idioma. Derivado de esto, es importante que el diálogo del sistema, material de apoyo (manuales) y servicios de soporte utilicen expresiones que puedan ser comprendidas por usuarios con culturas o idiomas diferentes.

La utilización de iconos diseñados para uso internacional es una forma de mejorar la comprensión de usuarios con diferentes culturas e idiomas [8].

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.7.3.1 La especificación de requerimientos del sistema.

E.7.3.2 La descripción del contexto de uso del sistema.

E.7.3.3 Las necesidades de accesibilidad de usuarios.

E.7.3.4 El material para apoyo y soporte a usuarios.

E.7.3.5 El material de capacitación para usuarios y responsables del mantenimiento del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.7.3.1 El documento de requerimientos de personalización del sistema.

S.7.3.2 El informe de cumplimiento de los requerimientos de personalización del sistema.

Actividad HCD.7.4 Dar capacitación a usuarios

Brindar capacitación y talleres a los usuarios para satisfacer las necesidades de formación detectadas y facilitar la adopción del uso del sistema y de los nuevos procesos de trabajo. Asegurar que la capacitación sea accesible para la más amplia gama de usuarios con diferentes capacidades.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.7.4.1 El plan de capacitación para usuarios y responsables del mantenimiento del sistema.

E.7.4.2 El material de capacitación para usuarios y responsables del mantenimiento del sistema.

E.7.4.3 El material de capacitación para el responsable de implementar la capacitación.

E.7.4.4 Tecnología de asistencia necesaria para brindar capacitación a personas con discapacidad.

E.7.4.5 Recursos materiales, humanos y tecnológicos necesarios para brindar capacitación.

E.7.4.6 Los métodos de recolección de información relevante (cuestionarios, encuestas, entrevistas, etc.) para medir la satisfacción de los usuarios e involucrados con la capacitación.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.7.4.1 La lista de participación de usuarios e involucrados a la capacitación.

S.7.4.2 El informe de resultados de la satisfacción de los usuarios e involucrados con la capacitación.

Actividad HCD.7.5 Dar soporte a usuarios

Brindar soporte a usuarios y mantener constante comunicación con la Organización del cliente a lo largo de la definición, desarrollo e introducción del sistema. Asegurar que el soporte brindado sea accesible para la más amplia gama de usuarios con diferentes capacidades.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.7.5.1 El material para apoyo y soporte a usuarios.

E.7.5.2 El material necesario para el uso del responsable(s) de brindar soporte a usuarios.

E.7.5.3 La descripción del proceso de soporte a usuarios.

E.7.5.4 Los métodos de recolección de información relevante (cuestionarios, encuestas, entrevistas, etc.) para medir la satisfacción de los usuarios con el material de apoyo y soporte del sistema.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.7.5.1 El informe de resolución y atención a incidencias de usuarios.

S.7.5.2 El informe de satisfacción de usuarios con la atención y resolución de incidencias.

Actividad HCD.7.6 Asegurar la conformidad con la legislación ergonómica del lugar de trabajo

Aplicar mecanismos de medición (encuestas, entrevistas, cuestionarios etc.) en los lugares de trabajo y en los programas capacitación a los usuarios, para asegurar que el sistema, equipo y el entorno cumplen con los requisitos de la legislación ergonómica aplicable.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.7.6.1 Los métodos de recolección de información relevante (cuestionarios, encuestas, entrevistas, etc.) para medir el cumplimiento de la legislación ergonómica.

E.7.6.2 El plan de capacitación de usuarios y responsables del mantenimiento del sistema

E.7.6.3 La legislación ergonómica aplicable.

El producto de trabajo de salida resultante del cumplimiento exitoso de esta actividad es:

S.7.6.1 El informe de cumplimiento del sistema, equipo y entorno con la legislación ergonómica.

Actividad HCD.7.7 Dar seguimiento de la evaluación a largo plazo

Incluir la vigilancia a largo plazo de la utilización del producto, sistema o servicio. Esto implica la recogida de la entrada del usuario de diferentes maneras durante un período de tiempo a largo plazo. El seguimiento de la evaluación, es a menudo una parte formal de la evaluación del sistema y se lleva a cabo dentro de un marco de tiempo específico por ejemplo seis meses a un año después de que el sistema está instalado. El seguimiento de la evaluación, suele poner a prueba el rendimiento del sistema y también recopila datos para determinar si las necesidades y requerimientos de los usuarios se han cumplido y están expresados correctamente.

Los datos de rendimiento a largo plazo y los informes sobre los efectos de salud, pueden proporcionar información valiosa. Los criterios y medidas deben ser lo suficientemente sensibles como para identificar las fallas del sistema lo más pronto posible. Debido a que es preferible identificar temprano el comportamiento inseguro del sistema, a registrar accidentes, así como la identificación temprana de sobrecarga mental o sobreesfuerzo físico a registrar trastornos de salud de usuarios por el uso del sistema.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.7.7.1 El informe de conformidad del sistema con los requerimientos de usuarios y de la Organización actual.

E.7.7.2 El informe de conformidad del sistema con las prácticas requeridas actual.

E.7.7.4 Los métodos de recolección de información relevante (cuestionarios, encuestas, entrevistas, etc.) para asegurar el rendimiento del sistema a largo plazo.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.7.7.1 Informe de conformidad del rendimiento del sistema a largo plazo.

S.7.7.2 La retroalimentación de los resultados del seguimiento a largo plazo de las evaluaciones a los usuarios e involucrados.

S.7.7.3 El informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema actual.

Actividad HCD7.8 Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario

Fomentar diseños socialmente responsables, que tengan en cuenta la sostenibilidad. En cuanto a la estandarización implica integrar y equilibrar las consideraciones económicas, sociales y ambientales. El diseño centrado en el humano apoya directamente los siguientes pilares de la sostenibilidad:

1. **Económico:** En relación con un diseño ajustado a las necesidades y capacidades de los usuarios, que logre mejorar su utilización, calidad y eficiencia proporcionando soluciones más rentables y ayudando a reducir la probabilidad de que los productos y servicios del sistema sean un desperdicio o rechazados por sus usuarios.
2. **Social:** En relación con el enfoque centrado en el humano, se traduce en desarrollar sistemas, productos y servicios que sean mejores para la salud, el bienestar y la participación de sus usuarios, incluidos los usuarios con discapacidades y limitaciones.
3. **Ambiental:** El diseño centrado en el humano, también es compatible con el componente ambiental, a través de la promoción de un enfoque del ciclo de vida completo de diseño, motivando explícitamente a todos los que participan en el diseño a considerar las implicaciones a largo plazo del sistema para los usuarios y por lo tanto para el medio ambiente. Un enfoque que conduce a productos utilizables, es más probable que se mantenga y perdure a través del tiempo.

Los productos de trabajo de entrada requeridos para el cumplimiento de esta actividad son:

E.7.8.1 El informe de cumplimiento del plan de promoción del enfoque centrado en el humano en la Organización.

E.7.8.2 La especificación de objetivos que fomenten la sostenibilidad.

E.7.8.3 El informe de cumplimiento del plan de gestión de cambios.

E.7.8.4 El informe de resultados de la satisfacción de los usuarios e involucrados con la capacitación.

E.7.8.5 El informe de satisfacción de usuarios con la atención y resolución de incidencias.

E.7.8.6 El informe de cumplimiento del sistema, equipo y entorno con la legislación ergonómica.

E.7.8.7 Informe de conformidad del rendimiento del sistema a largo plazo.

E.7.8.8 La retroalimentación de los resultados del seguimiento a largo plazo de las evaluaciones a los usuarios e involucrados.

Los productos de trabajo de salida resultantes del cumplimiento exitoso de esta actividad son:

S.7.8.1 Informe de conformidad del proceso de diseño centrado en el humano, con los objetivos de fomento a la sostenibilidad.

S.7.8.2 El diseño centrado en el humano sostenible.

S.7.8.3 Plan de promoción de la sostenibilidad del diseño centrado en el usuario.

3.4.2 Escala de Capacidad (U+A SPICE)

Los niveles de madurez se alcanzan a través de la evaluación del cumplimiento de los atributos del proceso (PA), los cuales son atributos necesarios para alcanzar los niveles de madurez. Cada nivel de madurez, exige el cumplimiento de sus propios atributos del proceso, así como también exige el cumplimiento de los atributos del nivel anterior, por lo que el ultimo nivel de madurez 5, exigirá el cumplimiento previo de los atributos del nivel 1,2,3 y 4, para ser alcanzado.

Los atributos del proceso (PA) son alcanzados a través de la realización de las prácticas de los atributos (AP), las cuales son actividades que se tienen que llevar a cabo exitosamente para alcanzar cada atributo del proceso. Estas prácticas, son especificadas por requisitos (RP), los cuales son elementos que deben cumplir las prácticas de los atributos para alcanzar los atributos del proceso. Debido a la naturaleza de las prácticas, los requisitos pueden ser de diversos tipos, como: directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad, métodos y técnicas de evaluación, especificaciones, productos de trabajos, entre otros.

Para la evaluación del cumplimiento y calidad de los procesos de diseño centrados en el humano (HCD) descritos anteriormente, se tienen que realizar todas las prácticas de los atributos (AP) y cumplir con los requisitos de estas prácticas (RP) para alcanzar los atributos de procesos (PA), de cada nivel de madurez (NM). La nomenclatura utilizada para la descripción de los elementos de la escala de capacidad U+A SPICE es la siguiente:

- **Nivel de Madurez:** (NM + número del nivel + nombre del nivel de madurez)
- **Atributo del proceso:** (PA + número del nivel + número del atributo + nombre del atributo del proceso)
- **Práctica del atributo:** (AP + número del nivel + número del atributo + número de práctica + nombre de la práctica del atributo)
- **Requisito de la práctica:** (RP + número del nivel + número del atributo + número de práctica + número del requisito+ nombre del requisito de la práctica).

A continuación se describen los niveles de madurez, atributos del proceso, prácticas de atributos y requisitos de la prácticas detalladamente.

NM.1 Nivel 0: Proceso Incompleto

En este nivel, el proceso no se lleva a cabo o no logra su propósito. No hay ningún atributo de este nivel, sin embargo se recomienda la implementación de un plan de capacitación y sensibilización para la integración del enfoque centrado en el usuario al proceso y avanzar al siguiente nivel de madurez.

NM.2 Nivel 1: Proceso Realizado

En este nivel, se realizan todas las prácticas del proceso centrado en el humano (HCD), las cuales son repetidas y adoptadas como actividades base. El atributo del proceso que demuestra el logro del nivel y ayuda a avanzar al siguiente nivel es:

PA.2.1 Atributo de integración del enfoque centrado en el usuario

El grado en que los productos de trabajo de salida se producen, a partir de los productos de trabajo de entrada cumpliendo con los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad definidos, así como incluyendo la participación de usuarios e involucrados en todo el proceso. Las prácticas de gestión relacionadas para lograr este atributo de proceso son:

AP.2.1.1 Garantizar que la estrategia del sistema incluya la participación de usuarios e involucrados en todo el ciclo de vida del proceso.

La estrategia del sistema debe definir como se va a desarrollar e implementar el sistema. A continuación se describen los requisitos que deben formar parte de la estrategia del sistema.

RP.2.1.1.1 Alcance del sistema: debe especificar claramente, lo que comprende y de que se trata el sistema a desarrollar, tomando en consideración los requerimientos de usuarios e involucrados.

RP.2.1.1.2 Objetivos del sistema: se deben especificar los objetivos que ayuden a cumplir el alcance del sistema, los cuales deben ser específicos, medibles, realizables, realistas y limitados en el tiempo.

RP.2.1.1.3 Metas: se deben especificar, las actividades que ayudarán al logro de cada objetivo definido.

RP.2.1.1.4 Recursos: se deben especificar los recursos humanos, materiales y económicos necesarios para el logro de la estrategia del sistema.

RP.2.1.1.5 Riesgos: se deben identificar los riesgos que se interponen en el cumplimiento de la estrategia del sistema.

AP.2.1.2 Asegurar la integración de requerimientos de usuario y organizacionales en el proceso.

Los requerimientos de usuarios y organizacionales, están integrados por requerimientos funcionales (lo que debe hacer el sistema) y los requerimientos no funcionales (cómo debe ser el sistema). Para garantizar la adecuada especificación de requerimientos estos deben:

RP.2.1.2.1 Ser especificados en lenguaje natural.

RP.2.1.2.2 Ser expresados de forma individual.

RP.2.1.2.3 Ser organizados de forma jerárquica (a distintos niveles de detalle).

RP.2.1.2.4 Ser enumerados en orden de prioridad para facilitar su gestión.

RP.2.1.2.5 Ser claros y concretos, evitando imprecisiones y ambigüedades.

RP.2.1.2.6 Ser concisos y sin figuras retóricas.

RP.2.1.2.7 Ser completos y consistentes.

RP.2.1.2.8 Especificar lo que se espera que haga el sistema.

RP.2.1.2.9 Justificar la causa por la cual es requerido y quien lo requiere.

RP.2.1.2.10 Especificar los criterios de aceptación que sean aplicables.

NM.3 Nivel 2: Proceso Gestionado

En este nivel, se gestionan las prácticas del proceso de diseño centrado en el humano (HCD), así como se incluyen estándares y técnicas centradas en la Usabilidad y la Accesibilidad las cuales son aplicadas, documentadas y monitoreadas, con el propósito de alcanzar los objetivos definidos. El atributo del proceso que demuestra el logro del nivel y ayuda a avanzar al siguiente nivel es:

PA.3.1 Atributo de gestión del enfoque centrado en el usuario

El grado en que se incluyen buenas prácticas al proceso que garanticen y mejoren la calidad de los productos. Las prácticas de gestión relacionadas para lograr este atributo de proceso son:

AP.3.1.1 Gestionar la aplicación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad necesarias.

Entre las directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad se encuentran: Los atributos para mejorar la usabilidad en un sistema interactivo [3], los principios de Accesibilidad W3C para contenido Web 2.0 [10] y El modelo de calidad en uso de la normativa ISO 9126-4 [11] los cuales se describen a continuación.

Atributos para mejorar la usabilidad en un sistema interactivo

RP.3.1.1.1 Facilidad de aprendizaje: Minimizar el tiempo que se requiere desde el no conocimiento de una aplicación hasta su uso productivo.

RP.3.1.1.2 Sintetizabilidad: El sistema tiene que permitir al usuario, ser capaz de captar cuando ocurra algún cambio en las operaciones del sistema. Es importante que la interfaz refleje estos cambios, de manera a que ayude a reducir la carga cognitiva del usuario.

RP.3.1.1.3 Familiaridad: Correlación que existe entre los conocimientos que posee el usuario derivados de su experiencia previa con el uso de otros sistemas y los conocimientos requeridos para la interacción con el nuevo sistema.

RP.3.1.1.4 Consistencia: Capacidad de utilizar de la misma manera todos los mecanismos, sea cual sea el momento y la manera en la que se haga.

RP.3.1.1.5 Flexibilidad: Capacidad del sistema de intercambiar información con el usuario de múltiples maneras. Los parámetros que miden la flexibilidad son:

1. **Control de usuario:** Permite a los usuarios, conducir la interacción y no estar forzados para trabajar para la aplicación. Se proporciona el control al usuario con las acciones hacer y deshacer, salir, iniciar, eliminar, etc. Cuando no es posible interrumpir una operación del sistema, este deberá avisar al usuario mostrándole los mensajes apropiados durante el proceso.
2. **Migración de tareas:** Tanto el usuario como el sistema, deben poder pasar de una tarea a la otra de manera que pueda ser completamente interna o compartida entre los dos. (por ejemplo, el corrector ortográfico es una tarea que puede ser realizada por el usuario, automatizada por el sistema o compartida por los dos).
3. **Capacidad de sustitución:** Permite que valores equivalentes, puedan ser sustituidos unos por otros (por ejemplo, sustituir valores de medición como centímetros por pulgadas).
4. **Adaptabilidad:** Consiste en el grado de adecuación de la interfaz del sistema al usuario.

RP.3.1.1.6 Robustez: Proporciona a la interacción todas las características necesarias, que permiten a los usuarios cumplir siempre sus objetivos sea cual sea el camino que tomen.

RP.3.1.1.7 Recuperabilidad: Grado de facilidad con que un usuario puede corregir un error que ha cometido en el sistema.

RP.3.1.1.8 Tiempo de respuesta: Tiempo que el sistema necesita para responder ante las acciones del usuario. Es importante que los tiempos del sistema sean soportables para el usuario. El consejo básico sobre los tiempos de respuesta ha sido de la misma durante treinta años [3]:

1. 0,1 segundos es el límite para que el usuario perciba que el sistema está reaccionando instantáneamente.
2. 1,0 segundos es el valor considerado como el límite para que el flujo del pensamiento se perciba como interrumpido.
3. 10 segundos es el tiempo que tarda un usuario en dejar de prestar atención a un diálogo si éste no reacciona.

RP.3.1.1.9 Adaptación de las tareas: Capacidad del sistema de soportar todas las tareas necesarias por el usuario y adaptarlas a su modelo mental.

RP.3.1.1.10 Disminución de la carga cognitiva: Capacidad de permitir al usuario reconocer y no tener que recordar la realización de las acciones en el sistema (por ejemplo, los usuarios no tienen que recordar abreviaciones y códigos muy complicados).

Principios de Accesibilidad W3C para contenido Web 2.0

RP.3.1.1.11 Principio 1. Perceptible: La información y los componentes de la interfaz de usuario deben ser presentados a los usuarios de modo que ellos puedan percibirlos.

RP.3.1.1.12 Principio 2 Operable: Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables.

RP.3.1.1.13 Principio 3. Comprensible: La información y el manejo de la interfaz de usuario deben ser comprensibles.

RP.3.1.1.14 Principio 4. Robusto: El contenido debe ser suficientemente robusto, para ser interpretado de forma fiable por una amplia variedad de aplicaciones de usuario incluyendo las ayudas técnicas.

Atributos para lograr la calidad en uso

La normativa ISO 9126-4 define un modelo de calidad en uso que tiene el objetivo principal de garantizar que el sistema cumpla todos los atributos de calidad necesarios para su óptima utilización y satisfacción del usuario final. A continuación, se describen los atributos del modelo:

RP.3.1.1.15 Efectividad: Capacidad del software de facilitar al usuario alcanzar objetivos con precisión y completitud.

RP.3.1.1.16 Productividad: Capacidad del software de permitir a los usuarios gastar la cantidad apropiada de recursos en relación a la efectividad obtenida.

RP.3.1.1.17 Seguridad: Capacidad del software para cumplir con los niveles de riesgo permitidos tanto para posibles daños físicos, como para posibles riesgos de datos.

RP.3.1.1.18 Satisfacción: Capacidad del software para cumplir con las necesidades y expectativas del usuario.

AP.3.1.2 Gestionar la aplicación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario.

Existen varios métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario que intentan medir diferentes aspectos de Usabilidad y Accesibilidad. La selección de un método, depende de múltiples variables, como el tiempo, los recursos, la experiencia etc., las cuales son importantes de considerar al momento de seleccionar uno para incluir al proceso, por tal motivo se especificará detalladamente la metodología de cada técnica de evaluación, así como el momento en el que se recomienda aplicar. A continuación se describen los métodos y técnicas de evaluación de Usabilidad y Accesibilidad existentes [36].

Métodos y técnicas de evaluación de Usabilidad

Métodos de indagación

Métodos que consisten en la observación de usuarios usando el sistema en su entorno real, así como en la formulación de preguntas para obtener respuestas verbalmente o por escrito. Entre las técnicas de indagación de usabilidad se encuentran:

RP.3.1.2.1 Encuestas de Contexto

Técnica estructurada de encuestas en campo. Es más un proceso de inspección que evaluativo, se basa en tres principios fundamentales:

1. Comprender el contexto de uso del sistema debido a que es fundamental para decidir el diseño.
2. El usuario es un aliado clave durante el proceso de diseño.
3. El proceso de diseño de usabilidad debe ser un objetivo en sí mismo, incluyendo las preguntas de contexto y pruebas de usabilidad. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Crear un diálogo entre el entrevistador y el entrevistado en el que se recojan experiencias y apreciaciones del usuario, sus motivaciones y sensaciones.
2. Convivir con los usuarios en su entorno real y visitarlos frecuentemente.
3. Escoger a los usuarios más adecuados, los que más se ven afectados por la operación del sistema.

Cuándo aplicar: La utilización de esta técnica es de gran utilidad en las primeras fases del desarrollo, cuando se requiere conocer el entorno de trabajo del usuario y en qué forma este afecta a la utilización del sistema, así como para analizar la utilización de un sistema en entornos de trabajo desconocidos.

RP.3.1.2.2 Estudio Etnográfico/ Observación de campo

Técnica que consiste en la observación de la forma de operar de los usuarios representativos con el sistema, bajo análisis en su propio entorno de trabajo, no en laboratorio. Los expertos en usabilidad utilizan métodos de observación y descripción de lo que los usuarios representativos hacen, cómo se comportan y cómo interactúan entre sí para describir sus creencias, valores, motivaciones, puntos de vista y cómo estos aspectos culturales pueden variar en diferentes momentos y en diferentes circunstancias. A continuación se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Concertar visitas a los entornos de trabajo.
2. Seleccionar diferentes perfiles de usuarios.
3. Realizar preguntas sobre el tipo de trabajo y operativa realizada por cada usuario.
4. Observar a los usuarios en el trabajo para comprender cómo están utilizando el sistema para llevar a cabo sus tareas y qué tipo de modelo mental tienen sobre el sistema.
5. Realizar el esquema de relaciones y dependencias de los usuarios así como del flujo de trabajo.
6. Realizar el modelo de comunicación inter-personal en el entorno laboral.
7. Realizar preguntas sobre como realizan las tareas.

Cuándo aplicar: En las primeras fases del desarrollo, cuando sea necesario conocer factores del contexto de uso que puedan afectar a la utilización del sistema. Este método es útil en la fase de análisis de requisitos.

RP.3.1.2.3 Entrevistas a grupos objetivo

Técnica de entrevistas a grupos completos de usuarios formalmente programadas y organizadas en las que se plantean preguntas sobre aspectos relevantes del sistema. Las entrevistas son útiles para el descubrimiento de problemas no previstos en el diseño, así como para reunir información sobre las preferencias del usuario, impresiones, actitudes y poder llegar a conclusiones. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Establecer los objetivos a alcanzar.
2. Preparar previamente el guión de la entrevista en base a los objetivos que se pretende alcanzar.
3. Decidir que tipo de entrevista realizar: entrevistas estructuradas o no estructuradas. En las entrevistas estructuradas, el evaluador es más estricto en mantener el guión predeterminado, mientras que en las entrevistas no estructuradas se les permite a los entrevistados expresarse con mayor libertad.

4. Combinar preguntas generales acerca de la opinión del usuario con otras más elaboradas que fomenten la discusión, originen el diálogo fluido del usuario respecto al sistema.
5. Entrevistar a los usuarios acerca de su experiencia en el uso del sistema.
6. Utilizar un medio de grabación, ya sea de video o de voz para registrar las respuestas de los entrevistados y analizar posteriormente.

Cuándo aplicar: Se puede aplicar en cualquier momento del proyecto, pero es más útil principalmente al final del desarrollo en la etapa de lanzamiento del sistema para evaluar el nivel de satisfacción del grupo de usuarios con el sistema y recabar aspectos importantes de Usabilidad.

RP.3.1.2.4 Encuestas personales

Son entrevistas interactivas no estructuradas y sin programar con usuarios que responden a un cuestionario, del que se recogen tanto las respuestas del usuario como su manera de expresión. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Especificar los objetivos a alcanzar.
2. Identificar la muestra significativa de la población objetivo, la cual dependerá del universo seleccionado y la cobertura que se pretende alcanzar.
3. Diseñar el cuestionario a utilizar definiendo el tipo de preguntas, si serán cerradas o abiertas debe utilizarse un lenguaje claro, sencillo y directo. Se deberá elaborar preguntas que se interrelacionen para permitir un análisis más profundo.
4. Realizar la encuesta, el encuestador debe tener la habilidad para realizar las entrevistas y contar con un buen respaldo de la organización que permita reducir los márgenes de posibles resistencias.
5. Procesar la información recolectada. Estará en función a la metodología definida previamente, donde debe prevalecer un enfoque objetivo e imparcial a fin de evitar problemas de manipulación o sesgo de resultados.
6. Analizar los resultados de las encuestas. No se debe ocultar información negativa. Se debe garantizar la transparencia, objetividad y consistencia técnica en el informe final.
7. Comunicar los resultados. Se debe proveer el acceso a los resultados, a todos los participantes en la realización de la encuesta, así como también al equipo de desarrollo e involucrados en la mejora del sistema.

Cuándo aplicar: En cualquier fase del proyecto, dependiendo de las preguntas que se planteen en la encuesta. Se aplica frecuentemente con el sistema terminado para medir la satisfacción del usuario.

RP.3.1.2.5 Cuestionarios

Técnica no interactiva, que consiste en una lista de preguntas que se distribuyen a los usuarios y público objetivo con el propósito de obtener respuestas a las interrogantes formuladas. Esta técnica es menos flexible que las entrevistas, pero tiene un mayor alcance debido a que se puede llegar a un grupo más grande y ser analizados con mayor rigor. Los cuestionarios pueden contener diferentes tipos de preguntas, las cuales pueden ser:

1. **Preguntas generales:** Son preguntas que ayudan a establecer el perfil de usuario y la posición dentro de la población de usuarios. Se incluyen preguntas relacionadas con la edad, sexo, ocupación, lugar de residencia y otros.
2. **Preguntas abiertas:** Son preguntas que son útiles para la recopilación de información general subjetiva y pueden proporcionar sugerencias interesantes y encontrar errores no previstos.
3. **Preguntas de escala:** Son preguntas que se utiliza para interrogar a los usuarios acerca de un punto específico en una escala numérica. Ejemplo:
¿El diseño del icono es comprensible?
No mucho 1 | 2 | 3 | 4 | 5 Mucho
4. **Preguntas de selección múltiple:** Se les da un número de opciones a los usuarios y se les pide marcar una o más opciones. Por ejemplo:
¿Qué tipo de sistema ha utilizado?
A) Procesador de textos
B) Hoja de cálculo
C) Base de datos
5. **Preguntas de Orden:** Los usuarios deben dar un valor en orden de mayor o menor prioridad a las opciones. Por ejemplo:
Ordenar los siguientes métodos, según el nivel de utilidad que consideras que tienen: (2=Muy utilizado, 1=Regularmente utilizado, 0=Nunca utilizado).
___ Selección de iconos
___ Selección del menú
___ Cerrar sesión

A continuación se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Establecer los objetivos a alcanzar.
2. Elaborar las preguntas de manera que permitan obtener la información necesaria sobre el sistema.
3. Distribuir las listas de preguntas entre los usuarios y/o involucrados.
4. Analizar los resultados, utilizando métodos estadísticos adecuados para obtener mayor precisión en las conclusiones.
5. Presentar conclusiones al equipo de desarrollo e involucrados.

Cuándo aplicar: En cualquier fase del proyecto, dependiendo de las preguntas que se planteen en el cuestionario. Se usa frecuentemente cuando el sistema está terminado para medir la satisfacción del usuario.

RP.3.1.2.6 Grupo focal

Es una técnica de recolección de datos de un grupo de usuarios e involucrados que se reúnen para discutir temas relacionados con el sistema. El objetivo de esta técnica, es la obtención de datos por medio de la percepción, sentimientos, actitudes y opiniones del grupo focal. A continuación se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

- 1. Plantear y definir los objetivos de la investigación:** La persona que aplicará el grupo focal debe tener presente el propósito de la investigación, para lo cual deberá desarrollar un análisis del tema con el fin de establecer el alcance y objetivos claros y alcanzables de la técnica.
- 2. Realizar y planificar las preguntas sobre el tema de investigación:** Preparar un guión con preguntas abiertas de tipo general y también específico para que el entrevistado pueda responder y se obtenga la información necesaria para la investigación. Las preguntas deben formularse en una secuencia lógica con el fin de guardar concordancia con los objetivos de la investigación.
- 3. Seleccionar la audiencia y establecer el número de participantes:** La selección de los integrantes del grupo focal, implica elegir a personas que poseen ciertas características específicas que puedan aportar la información requerida.
- 4. Establecer el número de personas que integrará el grupo focal:** El número de integrantes debe ser entre 4 y 12 personas. Algunos autores como Young y Harmony [37] señalan que los participantes pueden ser entre 7 y 10 personas. Matus y Molina [38], por otro lado mencionan entre 5 y 10 integrantes, la mayoría de los autores coincide en señalar que más de 10 personas pueden entorpecer el grupo focal.
- 5. Seleccionar al moderador y al ayudante u observador:** El moderador, debe mantener un perfil bajo y evitar realizar comentarios personales para no interferir o inhibir las respuestas de los entrevistados, su función es dirigir las preguntas y preparar una lista de temas de debate, con el fin de recopilar información necesaria para la discusión. También es necesario elegir un ayudante u observador del grupo focal quien tendrá la responsabilidad de tomar notas de las respuestas de los entrevistados.
- 6. Seleccionar el lugar de aplicación:** Debe ser un espacio alejado de ruidos, para que los integrantes no pierdan la concentración y entiendan las preguntas que realiza el moderador. El lugar debe estar equipado con el mobiliario y herramientas adecuadas.
- 7. Realizar una breve introducción sobre el tema a discutir:** Al iniciar la sesión será imprescindible que el moderador realice una breve introducción sobre el tema que se va a discutir, por lo que será importante, mencionar los objetivos del estudio.

8. **Escuchar a los entrevistados:** El moderador no debe hacer ninguna objeción ni censura a las respuestas de los entrevistados, porque esto disminuiría su participación.
9. **Tomar notas:** El ayudante u observador del grupo focal debe estar capacitado para observar todos los gestos de los integrantes, con el fin de registrar estas impresiones y anotar todas las respuestas de los participantes. Se recomienda la utilización de equipos de grabación de video y voz para capturar cada detalle relevante de la sesión.
10. **Concluir la sesión:** Una vez terminada la serie de preguntas, el moderador concluirá la sesión y agradecerá la participación y asistencia de los integrantes señalándoles la importancia de sus valiosos comentarios.
11. **Analizar los resultados:** El investigador deberá hacer una revisión exhaustiva de toda la sesión desde su inicio hasta su finalización.
12. **Realización del Informe final:** Una vez analizados los resultados, es necesario realizar un reporte final sobre el caso. Se recomienda que éste sea elaborado en forma inmediata para no olvidar ningún detalle. El reporte deberá registrar cómo se llevó a cabo la investigación, quiénes fueron los participantes y cuáles fueron los resultados, las conclusiones y las recomendaciones de la investigación.
13. **Compartir los resultados:** El último paso, consiste en retroalimentar a los participantes así como comunicar los resultados de la investigación a los interesados en obtener la información.

Cuándo aplicar: Se puede utilizar en cualquiera de las fases del ciclo de vida del proceso de software y especialmente antes de la fase de lanzamiento del sistema y la implementación.

Métodos de inspección

Métodos que consisten en la evaluación por expertos (evaluadores en usabilidad o asesores con experiencia en diseño de interfaces persona-ordenador) para inspeccionar aspectos de la interfaz del sistema relacionados con la facilidad de uso. Entre las técnicas de inspección de usabilidad se encuentran:

RP.3.1.2.7 Evaluación Heurística

Técnica que consiste en la evaluación por un equipo de expertos en usabilidad que analizan la interfaz de usuario contra una lista de principios heurísticos mayoritariamente aceptados, con el objetivo de encontrar problemas de usabilidad en el sistema para su posterior corrección. Esta técnica tiene la ventaja de ahorrar tiempo y costos en comparación con las técnicas que implican pruebas con usuarios. A continuación se describen las 10 reglas (heurísticas) de Jakob Nielsen [30].

1. **Visibilidad del estado del sistema:** El sistema siempre debe mantener informados a los usuarios de lo que está ocurriendo a través de retroalimentación apropiada dentro de un tiempo razonable.

2. **Relación entre el sistema y el mundo real:** La comunicación del sistema deberá ser en el lenguaje de los usuarios mediante palabras, frases y conceptos que sean familiares al usuario más que con tecnicismos.
3. **Control y libertad del usuario:** El sistema debe proveer una “salida de emergencia” claramente marcada para dejar el estado no deseado al que accedieron por error los usuarios, sin tener que pasar por una serie de pasos, así como deben de estar disponibles las funciones de deshacer y rehacer.
4. **Consistencia y estándares:** Los usuarios no deberían cuestionarse si acciones, situaciones o palabras diferentes significan en realidad la misma cosa.
5. **Prevención de errores:** Se deberá realizar un diseño cuidadoso que prevenga la ocurrencia de problemas del sistema.
6. **Reconocimiento antes que recuerdo:** Se deben hacer visibles y recuperables los objetos, acciones, opciones e instrucciones del sistema para que el usuario no tenga que recordar cómo y dónde ejecutarlos de nuevo.
7. **Flexibilidad y eficiencia de uso:** Se debe permitir que los usuarios adapten el sistema para usos frecuentes.
8. **Estética y diseño minimalista:** Los diálogos no deben contener información que es irrelevante o poco usada para los usuarios.
9. **Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores:** Los mensajes de error, se deben entregar en un lenguaje claro y simple indicando en forma precisa el problema y sugerir una solución constructiva al problema.
10. **Ayuda y documentación:** La información de ayuda debe ser fácil de buscar y estar enfocada en las tareas del usuario, con una lista concreta de pasos a desarrollar y no ser demasiado extensa, incluso en los casos en que el sistema pueda ser usado sin documentación de apoyo podría ser necesario disponer ayuda y documentación en el sistema. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Formar el equipo de evaluación, deberá formarse un equipo multidisciplinar que valide la interfaz de usuario, expertos en usabilidad, desarrollo y diseño mínimo, debido a que solamente un evaluador tendrá dificultades para descubrir todos los problemas de usabilidad de una interfaz basada en criterios definidos.
2. Establecer las categoría de problemas de usabilidad, según los cuales se van a clasificar los problemas encontrados en la interfaz durante la evaluación.
3. Cada experto deberá analizar de manera aislada y sin intercambio de información cada elemento contra la lista de heurísticas definida para la evaluación.
4. Los expertos inspeccionarán la conformidad del sistema con las directrices de diseño tantas veces como sea necesario.
5. Una vez finalizada la evaluación individual cada experto compartirá los hallazgos encontrados al equipo de expertos.
6. El equipo de expertos analizará los resultados, con el objetivo de clasificar los problemas de usabilidad según su importancia, el costo de corrección y los problemas de alto impacto y más urgentes de atender.

7. Una vez clasificados los problemas encontrados, el equipo de expertos deberá presentar los resultados de la evaluación y debatirlos en la reunión de evaluadores con el líder del equipo de evaluación.
8. El líder del equipo de evaluación deberá desarrollar un informe final con los hallazgos encontrados y las sugerencias de mejora.
9. El líder del equipo de evaluación deberá comunicar el informe final de hallazgos y sugerencias de mejora a los involucrados, así como al equipo de desarrollo del sistema.

Cuándo aplicar: En cualquier fase del ciclo del desarrollo del proyecto, sin embargo es adecuado en la etapa inicial, donde aún no hay demasiados componentes del sistema que se puedan probar con usuarios, así como también este método es útil en las etapas de diseño, implementación y lanzamiento del sistema.

RP.3.1.2.8 Recorrido cognitivo

Técnica que consiste en el desarrollo de escenarios de tareas, a partir de las especificaciones de un prototipo del sistema por un grupo de evaluadores expertos, los cuales asumen el rol de un usuario para realizar dichas tareas recorriendo la interfaz con el propósito de evaluar la facilidad de aprendizaje del usuario. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Utilizar un prototipo de papel o interactivo de la interfaz para la aplicación de la técnica.
2. Definir el escenario de prueba adecuado.
3. Especificar la población de usuarios (experiencia previa y conocimientos técnicos) y el contexto de uso.
4. Establecer los objetivos de cada tarea que realizará el usuario, cada objetivo implica una acción cognitiva y una acción física.
5. Evaluar las especificaciones del sistema, en términos de qué tareas realizarán los usuarios en la interfaz.
6. Describir las tareas a realizar para crear una lista de acciones necesarias para completar la tarea usando el prototipo.
7. Ejecutar el método, realizando cada tarea y recogiendo cada paso que un usuario haría. Aquellos pasos en los que el usuario se bloquea y no consigue terminar una tarea implican que la interfaz carece de algún aspecto o bien le falta alguna función que simplifique la ejecución de la tarea.
8. Identificar los problemas para alcanzar cada objetivo durante la ejecución del recorrido.
9. Construir el árbol de funciones y sus dependencias que debe proporcionar el sistema, para que los usuarios realicen todas las tareas previstas.
10. Examinar por el evaluador si la interfaz es adecuada para el factor cognitivo (experiencia previa y conocimientos técnicos) de los usuarios.
11. Proporcionar la retroalimentación respectiva

12. Comprobar que se estén realizando las acciones correctas para lograr las tareas.

Cuándo aplicar: En las etapas iniciales del desarrollo, ya que se puede empezar a trabajar a partir de las especificaciones, así como también se puede aplicar en las etapas de análisis y requisitos.

RP.3.1.2.9 Ensayo Pluralista

Técnica que consiste en reuniones multidisciplinarias donde diseñadores, desarrolladores, usuarios y expertos en la experiencia de usuario analizan y discuten aspectos relevantes de la usabilidad del sistema. La ventaja de contar con un equipo multidisciplinar es que se aportan distintos puntos de vista y conocimientos diversos al análisis de la interfaz. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Acordar reuniones con todos los expertos relevantes.
2. Elegir a un experto en usabilidad como coordinador y moderador de las reuniones.
3. Realizar la reunión.
4. Discutir todos los aspectos que puedan afectar a la usabilidad del sistema, así como las tareas que realizan los usuarios y cada uno de los elementos de la interfaz escuchando todos los puntos de vista.
5. Evaluar de manera objetiva entre todos los expertos el prototipo
6. Comunicar por medio de un informe, las observaciones y recomendaciones encontradas para mejora del sistema.

Cuándo aplicar: En las primeras fases del desarrollo, ya que se puede contar con valiosas aportaciones de los usuarios finales e interpretaciones de los expertos.

RP.3.1.2.10 Inspección de características

Técnica de análisis de las características que debe cumplir la interfaz en función de las especificaciones establecidas inicialmente. A continuación se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Establecer una lista de características del sistema que deberían cumplirse para la realización de las diferentes tareas que realizaría un usuario.
2. Realizar un test de usuario en un escenario funcional para comprobar la dificultad o imposibilidad del usuario final para alcanzar dichas características durante la realización de las tareas en el sistema y comprobar si los resultados son los esperados.
3. Elaborar un documento descriptivo, analizando los niveles de dificultad del usuario para alcanzar las características definidas.

4. Compartir el documento de resultados con los interesados con el objetivo de que se apliquen las mejoras en el sistema.

Cuándo aplicar: En las fases intermedias del desarrollo, donde ya se conoce la funcionalidad que debe estar implementada en el sistema.

RP.3.1.2.11 Inspección de Consistencia

Técnica que consiste en el análisis por expertos en experiencia de usuario de las características de elementos comunes que afectan a distintas partes del sistema, verificando la consistencia en distintos entornos. Por ejemplo, en distintos buscadores o en las secciones a los que afecta el módulo común y la forma en que los usuarios acceden. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Formar un equipo de inspección entre los distintos equipos de desarrollo a los que afecta el módulo común, más un experto en usabilidad.
2. Realizar una reunión para analizar la consistencia del sistema, a la cual asistirá todo el equipo de inspección.
3. El equipo deberá analizar los elementos comunes y no comunes de la interfaz de usuario de cada una de las aplicaciones al acceder al módulo común y la usabilidad del mismo.
4. El equipo, deberá analizar la interfaz de usuario en cada uno de los buscadores o en las secciones a los que afecta el módulo común y la forma en que los usuarios acceden.
5. Se acordarán las características definitivas de la interfaz de usuario única y común para todas las aplicaciones que utilizan el módulo común.
6. Finalmente, se dará seguimiento al desarrollo del módulo en base a los acuerdos adoptados.

Cuándo aplicar: En las primeras fases del desarrollo, en las que todavía no se ha completado el desarrollo y que luego no sea necesario modificar para unificar la consistencia del sistema. El momento ideal, es la etapa de análisis de especificaciones de las diferentes aplicaciones y módulos.

RP.3.1.2.12 Inspección de Estándares de Usabilidad

Técnica en la que se verifica el cumplimiento del sistema con los estándares tanto de calidad y usabilidad como "de facto". El evaluador debe ser un especialista en las normas bajo las que se evaluará la usabilidad del sistema. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Elaborar una lista de los estándares tanto oficiales como "de facto" de usabilidad.

2. Analizar por un experto en usabilidad la interfaz de usuario del sistema, validando el cumplimiento de dichos estándares.
3. Elaborar un documento de incumplimiento o conformidad del sistema con los estándares.
4. Comunicar los resultados al equipo de desarrollo.

Cuándo aplicar: En las fases intermedias del desarrollo en las que ya se han implementado módulos del sistema con su correspondiente interfaz de usuario.

Métodos de prueba o test

Métodos que consisten en hacer que los usuarios representativos, trabajen en tareas concretas utilizando el sistema o prototipo para que los evaluadores puedan analizar como la interfaz de usuario es compatible con sus tareas. Entre las técnicas de test de usabilidad se encuentran:

RP.3.1.2.13 Pruebas de usabilidad

Técnica que consiste en pedir a los usuarios que utilicen el prototipo del sistema para llevar a cabo un conjunto de tareas, mientras se registran las acciones de usuario o comentarios utilizando cámaras de video o grabadoras de audio o registros en el sistema para su posterior análisis. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Especificar el objetivo general a alcanzar de la prueba con usuarios.
2. Dividir el objetivo general en objetivos específicos fácilmente medibles.
3. Identificar al personal requerido para llevar a cabo la prueba: evaluadores, facilitador, moderador, observadores etc.
4. Identificar a los grupos de usuarios que van a probar el sistema y definir cuántos participantes de cada grupo van a realizar la prueba.
5. Determinar que aspectos de la interactividad de los usuarios con el sistema se quieren probar.
6. Identificar cuáles son las funciones y tareas que realiza el usuario en el sistema.
7. Especificar los recursos de equipo tecnológico auxiliar necesario, como el hardware, software y equipos de grabación.
8. Diseñar el guión de tareas que realizará el usuario, dando las instrucciones claras y precisas que permitan la interacción fluida del usuario con el prototipo o el sistema.
9. Preparar al usuario para la prueba explicándole el objetivo de la pruebas y aclarándole que la prueba evalúa al sistema y no a él.
10. Dar instrucciones al usuario para realizar una serie de tareas específicas en el escenario del sistema bajo estudio.
11. Observar directamente la operativa de los usuarios con el sistema, midiendo datos significativos como el tiempo que tarda en realizar cada tarea, cuántos errores comete al realizar cada tarea, qué dificultades han tenido durante la realización de

una tarea, tratando de grabar la interacción del usuario con el sistema para su posterior análisis.

12. Finalizar la prueba agradeciéndole su valiosa participación.
13. Analizar los datos determinando los grandes problemas de usabilidad detectados durante la prueba.
14. Documentar, resumir y esquematizar los datos de rendimiento recogidos tales como tasas de error, duraciones de tareas, etc., así como los datos de sus preferencias, comentarios, expresiones y todo lo observado durante la prueba.
15. Comunicar los hallazgos encontrados a las partes interesadas, con el objetivo de proporcionar sugerencias de mejora para el sistema.

Cuándo aplicar: A partir de que se tenga cualquier prototipo del sistema, ya sea de baja o alta fidelidad y durante todo el desarrollo del proyecto.

RP.3.1.2.14 Protocolo de "Pensar en Voz Alta"

Técnica que consiste en hacer que el usuario exprese en voz alta sus impresiones, sentimientos, pensamientos y opiniones mientras está interactuando con el sistema. El usuario debe expresar lo que está sucediendo, como realiza las acciones en el sistema para completar una tarea, que tan difícil le resulta hacerlo y como debiera comportarse el sistema ante sus acciones. Esta técnica es muy útil para capturar una amplia gama de actividades cognitivas, así como proporciona una mejor comprensión del modelo mental del usuario y de la interacción con el sistema. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Dar instrucciones precisas al usuario para que realice una tarea con el prototipo o sistema.
2. Pedir al usuario que explique detalladamente cada paso que da en la interacción para realizar la tarea.
3. Recoger anotaciones de comentarios y observaciones del usuario respecto a la forma en que interactúa con la interfaz, las situaciones que le son incómodas y comportamientos no esperados del sistema, con el objetivo de comprender su modelo mental en la interacción con el sistema.
4. Recoger algunas expresiones del usuario mediante una grabación de vídeo de la interacción del usuario con la interfaz, ya que es importante tanto lo expresado por el usuario como la forma en que lo hace para poder aplicar mejoras futuras de la interfaz.
5. Analizar la información recabada
6. Comunicar la información analizada con el objetivo de dar sugerencias de mejora de la interfaz.

Cuándo aplicar: Durante la realización de una prueba de usabilidad

RP.3.1.2.15 Medida de Rendimiento

Técnica que consiste en pruebas para obtener datos cuantitativos de la realización de tareas de los usuarios en el sistema. Las métricas obtenidas pueden ser condicionantes del desarrollo del proyecto. Su objetivo es mejorar la usabilidad de los sistemas mediante la ejecución de una prueba con usuarios reales en su contexto de uso real. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Establecer el propósito y alcance de la prueba.
2. Establecer los objetivos cuantificables de la prueba.
3. Seleccionar la tareas a medir, se debe utilizar tareas que ponen a prueba los posibles problemas de usabilidad del sistema.
4. Seleccionar a los participantes, deben ser usuarios reales y realizar tareas reales.
5. Diseñar el guión de la prueba.
6. Analizar cómo los usuarios utilizan el producto.
7. Medir el tiempo necesario para realizar las tareas.
8. Utilizar grabaciones de video, para obtener diferentes puntos de vista acerca de los resultados de la prueba.
9. Analizar los datos cuantitativos y cualitativos, así como toda la información recabada. Tomar en cuenta que los datos obtenidos no reflejan la totalidad del problema.
10. Diagnosticar problemas o necesidades de mejora.
11. Recomendar cambios o sugerencias de mejora en base a los problemas encontrados.

Cuándo aplicar: Durante las fases iniciales del desarrollo del proyecto, para tener indicadores cuantitativos de aspectos o componentes del sistema y durante las fases de seguimiento y mantenimiento para comprobar el buen funcionamiento del sistema.

Técnicas auxiliares

Métodos que sirven para la realización de los métodos de inspección, indagación y de prueba antes vistas. Entre las técnicas auxiliares se encuentran:

RP.3.1.2.16 Prototipado

Técnica de diseño de prototipos o maquetas del sistema sobre los que se van a realizar pruebas de usabilidad del sistema final. Existen diferentes técnicas de prototipos, las cuáles son:

1. **Prototipado rápido:** Metodología de diseño y evaluación rápida de maquetas.
2. **Prototipado reusable o evolutivo:** Metodología de diseño en la que se utiliza un gran esfuerzo durante la implementación de la maqueta de manera que posteriormente, sea fácilmente transformada en el producto final.

3. **Prototipado modular o incremental:** Metodología en la que se van añadiendo partes a la maqueta según avanza el ciclo de desarrollo.
4. **Prototipado horizontal:** Exhibe las características del producto, pero sin el desarrollo de la funcionalidad. Los prototipos horizontales, se utilizan con frecuencia para evaluar las preferencias de los usuarios respecto a las interfaces de usuario, cuando las funciones reales operativas aún no han sido implementadas.
5. **Prototipado vertical:** Muestran la funcionalidad exacta de un producto para una pequeña parte del conjunto completo. Por ejemplo un prototipo vertical de un procesador de textos podría mostrar todas las funciones de comprobación de ortografía y gramática pero ninguna función relacionada con la entrada del texto o su formato. Todas las funciones de un prototipo vertical imitan su funcionalidad real tanto como sea posible.
6. **Prototipado de baja fidelidad:** Implementan aspectos generales del sistema, sin entrar en detalles, pueden cubrir un espectro más amplio de la interacción. El prototipo se diseña con lápiz y papel con las descripciones del comportamiento del sistema, es una metodología rápida, flexible y de bajo coste. Los prototipos de baja fidelidad permiten la implementación de cambios muy rápidamente y sobre la marcha. Un ejemplo de prototipo de baja fidelidad son:

6.1 Escenarios y guiones gráficos: Describen una situación ficticia del usuario que interactúa con un sistema en una situación particular. Los escenarios pueden ser representados utilizando un guión gráfico, los cuáles son secuencias de acciones de una posible situación del usuario. Esta técnica es útil para especificar cómo las acciones se llevan a cabo actualmente y cómo podrían hacerse en un futuro. A continuación se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología del diseño de un escenario o guión gráfico

- 1) Elegir las herramientas materiales o tecnologías para crear los guiones gráficos.
- 2) Desarrollar la historia, guión literario y guión técnico de lo que se requiere plasmar.
- 3) Dibujar los escenarios que representen los procesos e involucrados afectados por el sistema, describiendo el proceso del usuario sin el sistema (escenario actual) y lo que espera el usuario que será el proceso con la implementación del sistema (escenario futuro).
- 4) Incluir una breve y clara explicación paso a paso, así como el diálogo (en caso de que aplique) debajo de cada escenario o una historia completa de la interacción del usuario con el sistema.

Cuándo aplicar: Se debe aplicar, antes del desarrollo de los prototipos para ayudar a visualizar el contexto de uso. Son adecuados para proyectos en los que la implantación del nuevo sistema va a cambiar la forma en que los usuarios o involucrados van a realizar su trabajo o ciertas tareas.

7. **Prototipado de Alta Fidelidad:** Representan aspectos más precisos, son útiles para detallar el proceso interactivo general de una o más tareas específicas. El prototipo se diseña de forma que sea lo más parecido al producto final en términos de aspecto, interacción y tiempos. Un ejemplo de prototipo de alta fidelidad son:

7.1 Prototipos de Software: Se construyen utilizando el lenguaje de programación seleccionado para desarrollar la aplicación. Este es el resultado de

varias iteraciones de evaluaciones de prototipos. A continuación, se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

- 1) Elegir el tipo de prototipo a realizar, dependiendo de la etapa del proyecto, presupuesto y recursos asignados.
- 2) Diseñar el modelo y aspecto del sistema o componentes del sistema en cuanto a aspecto, distribución de objetos y funcionalidad.
- 3) El usuario final deberá analizar el prototipo tratando de realizar algunas de las tareas, grabando si es posible su interacción.
- 4) Aprobar los primeros prototipos finales del sistema.
- 5) Construir de manera iterativa, las primeras versiones de la funcionalidad del sistema basado en la aprobación.

Cuándo aplicar: Inmediatamente se tenga la aprobación por parte del responsable de alguna funcionalidad y se pueda realizar los primeros prototipos del sistema.

RP.3.1.2.17 Diagramas de Afinidad

Técnica para organizar la información reunida en sesiones de lluvia de Ideas. Esta diseñado para reunir hechos, opiniones e ideas sobre áreas que se encuentran en un estado de desorganización. El diagrama de afinidad ayuda a agrupar aquellos elementos que están relacionados de forma natural. A continuación se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. **Formar el equipo:** El líder del equipo o el facilitador asignado, es normalmente responsable de dirigir al equipo a través de todos los pasos para hacer el diagrama de afinidad.
2. **Establecer el objetivo:** El equipo o grupo deberá inicialmente determinar el objetivo a alcanzar.
3. **Realizar Lluvia de ideas:** Se deben reunir datos a través de la realización de una lluvia de ideas.
4. **Transferir datos a notas:** Los datos reunidos son desglosados en frases independientes con un solo significado evidente y sólo una frase registrada en un nota.
5. **Reunir las notas en grupos similares:** Las notas deberán colocarse en una pared o pizarra de tal manera que se puedan visualizar fácilmente. Luego en silencio, los miembros del equipo agrupan las notas en grupos y las que resultaron similares se consideran de “afinidad mutua.”
6. **Crear una tarjeta de título para cada agrupación:** Las notas deberán leerse y revisarse, una vez más con el fin de verificar si han sido agrupadas de forma apropiada. Asignar un nombre a cada grupo de notas por medio de una discusión en grupo. Este título, deberá transmitir el significado de las notas en muy pocas palabras. Este proceso se repite hasta que todos los grupos tengan un nombre.

Cualquier nota que no encaje en ningún grupo puede incluirse en un grupo de “Varios.”

7. **Dibujar el diagrama de afinidad terminado:** Después que los grupos estén ordenados, se deben pegar las notas en la pared o pizarra. Las tarjetas de los títulos se deberán colocar en la parte superior de cada grupo.
8. **Discusión:** El equipo o grupo deberá discutir la relación de los grupos y sus elementos correspondientes con el problema.

Cuándo aplicar: Siempre que sea necesario generar muchas ideas, conceptos y clasificarlos en grupos.

RP.3.1.2.18 Ordenación de Tarjetas

Técnica de agrupación de tarjetas que permite conocer como el usuario organiza mentalmente la información. El objetivo es la aproximación al modelo mental del usuario así como conocer su manera de entender los diferentes elementos que componen el sistema. A continuación se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. **Escoger una técnica manual o software:** La técnica se puede realizar con hojas de papel, a un que es más laborioso es más cercano y controlable, que realizarlo a través de una herramienta de software.
2. **Elaborar las tarjetas:** Se deben crear tantas tarjetas como elementos finales contenga el sistema e introducir el nombre de cada uno de ellos en las tarjetas. A mayor número de tarjetas menos efectiva será la categorización.
3. **Buscar participantes para el test de usabilidad:** Seleccionar las personas, con el perfil de usuario requerido y crear diversificación ya sea por género, edad o experiencia con el uso de tecnologías.
4. **Explicar a los participantes las instrucciones:** Antes de que los usuarios comiencen a agrupar las tarjetas, se les tiene que dejar claro que:
 - 1) Tienen que crear diferentes grupos de tarjetas y darle un nombre o título a cada uno de los grupos creados.
 - 2) Pueden existir grupos con una sola tarjeta
 - 3) Todas las dudas y opiniones que surjan las deben comunicar.
 - 4) Tienen un tiempo limitado para realizar la prueba, por lo que deben actuar sobre el primer concepto que les venga a la mente.
5. **Recoger los resultados:** La mayoría de los participantes crean agrupaciones similares, para el resto de las agrupaciones no coincidentes, es decir las que contienen los elementos “conflictivos” se puede volver a realizar la prueba modificando el nombre para éstas tarjetas o aplicar el sentido común agrupándolas en algún grupo existente.

Cuándo aplicar: Se debe aplicar, en las primeras fases del desarrollo debido a que es un enfoque útil para el diseño de la arquitectura de información, flujos de trabajo, la estructura del menú o rutas de navegación del sitio.

Métodos y técnicas de evaluación de Accesibilidad

RP.3.1.2.19 Evaluación automatizada

Técnica que emplea el uso de sistemas basados en conocimientos de accesibilidad para diagnosticar las deficiencias del sistema en comparación con reglas predefinidas. Antes de tomar la decisión de aplicar la técnica de evaluación, es importante considerar sus ventajas y desventajas.

Ventajas

1. Permite el funcionamiento rápido y sistemático
2. Se pueden revisar muchos aspectos de accesibilidad simultáneamente
3. Ofrece una calificación global de la accesibilidad

Desventajas

1. La interpretación de los resultados es compleja
2. Muchos aspectos de accesibilidad sólo pueden verificarse, mediante la revisión manual, es decir mediante la aplicación del método de inspección por un experto en accesibilidad.

A continuación se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Utilizar una herramienta de accesibilidad automática y una herramienta de validación del navegador, comprobar que la herramienta de accesibilidad contemple la mayoría de los problemas de accesibilidad. La fundación SIDAR incluye en su página Web algunas de las herramientas automáticas para revisión de la accesibilidad como TAW, Cynthia, Bobby, W3C CSS Validation Service, HERA, entre otras [39].
2. Validar la sintaxis del código
3. Validar las hojas de estilo
4. Utilizar un navegador en modo texto o un emulador.
5. Utilizar varios navegadores gráficos y probar: sonidos y gráficos cargados, gráficos no cargados, sonidos no cargados, sin ratón, marcos, scripts, hojas de estilo y applets no cargados.
6. Utilizar varios navegadores para probar el sistema
7. Utilizar un navegador por voz, un lector de pantalla, un software de magnificación, un visualizador pequeño, etc.
8. Utilizar verificadores de ortografía y gramática debido a que pueden haber usuarios que lean la página con un sintetizador de voz y no ser capaces de descifrar lo que reproduce el sintetizador por un error ortográfico. Es importante eliminar problemas gramaticales para incrementar la comprensión.

9. Revisar el documento para obtener claridad y simplicidad. Las estadísticas de legibilidad generadas por algunos procesadores de textos pueden ser útiles indicadores de claridad y simplicidad. Es de gran utilidad el apoyo de una persona experta en edición de texto, ya que puede identificar problemas potenciales interculturales que pueden surgir a causa del lenguaje o los iconos usados.
10. Incluir a personas con limitaciones o discapacidad para revisar los documentos debido a que proporcionarán una retroalimentación valiosa sobre la accesibilidad o los problemas de uso no detectados y su gravedad.

Cuándo aplicar: Cuando se requiere implementar una evaluación de manera rápida y de manera objetiva debido a que los resultados siempre provienen de los mismos parámetros definidos, sin apreciaciones subjetivas. Es importante acompañar esta técnica de evaluación con el método de inspección de estándares que se describe a continuación.

RP.3.1.2.20 Inspección de Estándares

Técnica de verificación por expertos del cumplimiento del sistema, con los estándares de calidad, accesibilidad [10] como "de facto" que rigen la Web. El evaluador debe ser un especialista en las normas bajo las que se evaluará la accesibilidad del sistema. A continuación se describe la metodología a seguir para la aplicación de esta técnica:

Metodología

1. Elaborar una lista de los estándares tanto oficiales, como "de facto" que rigen de accesibilidad de la Web.
2. Analizar la interfaz de usuario del sistema por un experto en accesibilidad y ergonomía de la Web, validando el cumplimiento de dichos estándares.
3. Elaborar un documento de incumplimiento de los estándares para comunicarlo al equipo de desarrollo.

Cuándo aplicar: En las fases intermedias del desarrollo, en las que ya se han implementado módulos del sistema con su correspondiente interfaz de usuario.

NM.4 Nivel 3: Proceso Establecido

En este nivel, las prácticas centradas en el humano son parte importante de la estrategia de la Organización debido a que la Usabilidad y la Accesibilidad son establecidas de manera formal y consideradas como atributos de calidad indispensables en el proceso de desarrollo de sistemas. La Organización cuenta con un equipo multidisciplinar de experiencia de usuario responsable de aplicar el proceso de diseño centrado en el humano a todos los proyectos. El atributo del proceso que demuestra el logro del nivel y ayuda a avanzar al siguiente nivel es:

PA.4.1 Atributo de implantación del enfoque centrado en el usuario

El grado en que las prácticas de diseño centrado en el humano, se formalizan y establecen de manera permanente como parte importante de la estrategia de la Organización. Las prácticas de gestión relacionadas para lograr este atributo de proceso son:

AP.4.1.1 Garantizar el cumplimiento de las políticas de calidad y diseño centrado en el humano.

RP.4.1.1.1 Para el cumplimiento de esta práctica, es necesaria la evidencia representativa que demuestre la conformidad, la cual se demostrará a partir de la evidencia suficiente del producto de trabajo: **S.7.7.2** El informe de cumplimiento de las políticas de diseño centrado en el usuario del modelo MODECUA.

AP.4.1.2 Asegurar que el sistema cumpla con los requerimientos de usuarios e involucrados.

RP.4.1.2.1 Para el cumplimiento de esta práctica, es necesaria la evidencia representativa que demuestre la conformidad a partir de la evidencia suficiente del producto de trabajo: **S.6.4.1** El informe de conformidad del sistema con los requerimientos de usuarios y de la Organización del modelo MODECUA.

NM.5 Nivel 4: Proceso Predecible

En este nivel, se demuestra el rendimiento de las prácticas del proceso, utilizando métricas que controlan y miden su desempeño. El atributo del proceso que demuestra el logro del nivel y ayuda a avanzar al siguiente nivel es:

PA.5.1 Atributo de rendimiento del enfoque centrado en el usuario

El grado en que se miden y controlan las prácticas de diseño centrado en el humano, para asegurar que se cumplen los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad definidos. Las prácticas de gestión relacionadas para lograr este atributo de proceso son:

AP.5.1.1 Asegurar que las prácticas de diseño centrado en el humano cumplan con los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del proceso.

George T. Doran en su artículo: “Hay una manera inteligente para escribir metas y objetivos de gestión” [40] plantea la herramienta SMART, como guía para establecer objetivos, la cual describe que todos los objetivos deben ser:

RP.5.1.1.1 Específicos: Los objetivos deberán ser lo más concretos posible, para identificar lo que se desea lograr.

RP.5.1.1.2 Medibles: Los objetivos deberán ser cuantificables o al menos sugerir un indicador de progreso objetivo.

RP.5.1.1.3 Alcanzables: Los objetivos deberán ser definidos de manera que se puedan realizar y que no sean inalcanzables.

RP.5.1.1.4 Realistas: Los objetivos deberán estar planteados considerando los recursos con los que se cuenta para cumplirlos.

RP.5.1.1.5 Limitados en tiempo: Los objetivos deberán especificar el tiempo limite de cumplimiento.

AP.5.1.2 Evaluar el rendimiento de las prácticas del proceso de diseño centrado en el humano.

Para evaluar el rendimiento de las prácticas del proceso de diseño centrado en el humano se debe realizar la evaluación cualitativa de atributos de accesibilidad y usabilidad (sección 3.5.1) por medio del cuestionario (Anexo 2), así como la realización de la evaluación cuantitativa por medio de métricas (sección 3.5.2) que se deben aplicar durante el desarrollo del test de usuario, los requisitos de esta práctica son:

RP.5.1.2.1 La realización de la evaluación cualitativa de atributos de accesibilidad y usabilidad.

RP.5.1.2.2 La realización de la evaluación cuantitativa de métricas de calidad de uso.

NM.6 Nivel 5:Proceso Optimizado

En este nivel, se mejora continuamente el desempeño del proceso de diseño centrado en el humano de un modo controlado y medido. El equipo multidisciplinar de experiencia de usuario es un área estratégica y forma parte de la cultura organizacional participando de manera activa y constante en la concepción y desarrollo de productos innovadores. El área estratégica de experiencia de usuario (UX) determina que tipos de proyectos se deben financiar, debido a que los beneficios del proceso centrado en el usuario son percibidos. El atributo del proceso que demuestra el logro del nivel es:

PA.6.1 Atributo de optimización del enfoque centrado en el usuario

El grado en que se incluyen mejoras en el proceso de diseño centrado en el humano que conduzcan al incremento de la satisfacción de los usuarios y clientes de la Organización. Las prácticas de gestión relacionadas para lograr este atributo de proceso son:

AP.6.1.1 Garantizar la satisfacción de usuarios e involucrados con el sistema a largo plazo.

RP.6.1.1.1 Para el cumplimiento de esta práctica, es necesaria la evidencia que demuestre la conformidad, por medio del producto de trabajo **S.7.7.3** El informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema actual del modelo MODECUA.

AP.6.1.2 Asegurar la satisfacción de usuarios e involucrados con los servicios de apoyo y soporte del sistema. Para el cumplimiento de esta práctica, es necesaria la evidencia representativa que demuestre la conformidad, la cual se demostrará a partir de los productos de trabajo:

RP.6.1.2.1 El informe de resultados de la satisfacción de los usuarios e involucrados con la capacitación (S.7.4.2) del modelo MODECUA.

RP.6.1.2.2 El informe de satisfacción de usuarios con la atención y resolución de incidencias (S.7.5.2) del modelo MODECUA.

3.5 Medición cualitativa y cuantitativa de la Usabilidad y Accesibilidad

En esta sección se proponen tres diferentes tipos de evaluación: 1) La evaluación del cumplimiento del modelo, a través de la escala de evaluación definida U+A SPICE, posteriormente con el propósito de demostrar la calidad del modelo, se propone 2) La evaluación cualitativa del cumplimiento del sistema con las directrices de Usabilidad y Accesibilidad y finalmente, se proporciona 3) La evaluación cuantitativa de la calidad de uso a través de unas métricas de evaluación, las cuales se describen a continuación:

- 1) Evaluación cualitativa del cumplimiento del modelo:** El objetivo de esta evaluación, es asegurar el cumplimiento de todos los procesos HCD del modelo, a través de la aplicación de la escala de capacidad U+A SPICE propuesta. Esta evaluación se debe aplicar cuando se requiera conocer el nivel de madurez de los procesos centrados en Usabilidad y Accesibilidad. Es importante mencionar, que la escala de capacidad U+A SPICE, se puede integrar a la escala de capacidad definida por la normativa ISO 15504, para evaluar en conjunto el cumplimiento del modelo propuesto.
- 2) Evaluación cualitativa del cumplimiento del sistema con las directrices de Usabilidad y Accesibilidad:** El objetivo de esta evaluación es determinar el nivel de cumplimiento del proceso de desarrollo de software con las directrices y pautas de Usabilidad y Accesibilidad implementadas por el modelo. Esta evaluación se debe aplicar, cuando el sistema o prototipo ya ha sido desarrollado bajo el modelo propuesto, durante las pruebas del sistema con usuarios, con el objetivo de determinar cual es el grado de cumplimiento del sistema con las directrices de Usabilidad y Accesibilidad incluidas en el modelo.
- 3) Evaluación cuantitativa de la calidad de uso:** El objetivo de esta evaluación es determinar el grado de calidad que alcanza el sistema en uso a través de unas métricas que se deben aplicar a los resultados generados en las pruebas con usuarios, donde se les pide que realicen ciertas tareas en un determinado tiempo y bajo unas condiciones específicas para conocer la efectividad de las tareas, la frecuencia de errores, el tiempo en completar las tareas etc. Esta evaluación se debe aplicar cuando el sistema ha sido desarrollado y esta siendo usado por los usuarios, las métricas se deben aplicar durante y después de las pruebas de uso del sistema con usuarios, esta evaluación también es muy útil para medir el rendimiento de la

calidad de uso del sistema a través del tiempo, ya que se pueden comparar los resultados anteriores del sistema con los actuales.

Las tres evaluaciones se complementan para determinar la madurez, calidad y cumplimiento de los procesos centrados en la Usabilidad y Accesibilidad. Es importante llevarlas a cabo, debido a que, la primera evaluación garantiza el cumplimiento de todas las prácticas definidas por el modelo, seguidamente a través de la segunda, se evalúan que estas prácticas realizadas, cumplan con las directrices de Usabilidad y Accesibilidad y finalmente, la tercera, asegura que el sistema desarrollado bajo el cumplimiento de estas prácticas y directrices, sea de calidad. A continuación, se profundizará en cada una de estas evaluaciones.

3.5.1 Evaluación cualitativa del cumplimiento del Modelo

El objetivo de esta evaluación es alcanzar los niveles de madurez, a través del cumplimiento de los atributos del proceso (PA) de la escala de capacidad U+A SPICE. El cumplimiento de los atributos del proceso se consigue, al realizar cada práctica del atributo del proceso (AP), por medio del cumplimiento de los requisitos especificados para cada práctica (RP). Para alcanzar cada nivel de madurez del modelo MODECUA, se tiene que calificar sus atributos del proceso con el valor **L**= En gran parte logrado o **F**=Totalmente Logrado como demuestra la siguiente Tabla.15

Escala	Atributo del proceso	Valoración
Nivel 1	Integración del enfoque centrado en el usuario	L o F
Nivel 2	Integración del enfoque centrado en el usuario	F
	Gestión del enfoque centrado en el usuario	L o F
Nivel 3	Integración del enfoque centrado en el usuario	F
	Gestión del enfoque centrado en el usuario	F
	Implantación del enfoque centrado en el usuario	L o F
Nivel 4	Integración del enfoque centrado en el usuario	F
	Gestión del enfoque centrado en el usuario	F
	Implantación del enfoque centrado en el usuario	F
	Rendimiento del enfoque centrado en el usuario	L o F
Nivel 5	Integración del enfoque centrado en el usuario	F
	Gestión del enfoque centrado en el usuario	F
	Implantación del enfoque centrado en el usuario	F
	Rendimiento del enfoque centrado en el usuario	F
	Optimización del enfoque centrado en el usuario	L o F

Tabla 15 Valoración de atributos del proceso U+A SPICE

Paso 1. Para realizar la evaluación, el evaluador deberá disponer del Formulario de Registro de Evaluación del Anexo 1, así como de la escala de capacidad (U+A SPICE), definida en la sección 3.4.2.

Paso 2. El evaluador empieza la evaluación de los puntos de verificación del Anexo 1, evaluando el **NM.2 Nivel 1 Proceso realizado**, el cual contiene el atributo del proceso “PA.2.1 Integración del enfoque centrado en el usuario”, por lo que debe consultar las especificaciones correspondientes a este atributo en la escala de capacidad (U+A SPICE), definida en la sección 3.4.2.

Paso 3. De acuerdo a la descripción del atributo del proceso “PA.2.1 Atributo de integración del enfoque centrado en el usuario”, el evaluador deberá seguir los siguientes pasos:

3.1 Validar el cumplimiento de todas las actividades de los procesos HCD, empezando por el proceso “HCD.1 Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema”, hasta el proceso “HCD.7 Introducir e implementar el sistema”, como indica el Anexo 1.

3.2 Verificar, desde la actividad “HCD1.1 Representar a los involucrados”, hasta la actividad “HCD7.8 Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario”, como indica el Anexo 1, que todas las actividades cumplan con las especificaciones pertenecientes a la sección 3.4.1 Proceso de Diseño centrado en el humano (HCD).

3.3 Validar el cumplimiento de todos los productos de trabajo de salida pertenecientes a cada actividad evaluada, empezando con el producto de salida S.1.1.1 correspondiente a la actividad “HCD.1.1 Representar a los involucrados”, hasta el producto de salida S.7.8.3, perteneciente a la actividad “HCD7.8 Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario”. Para validar el cumplimiento de los productos de trabajo de salida, el evaluador deberá solicitar al sujeto de evaluación, los productos de trabajo de entrada y salida (usados y generados) y comprobar que cumplan con las especificaciones de la sección 3.4.1.

3.4 Al finalizar de validar cada actividad, con sus correspondientes productos de trabajo, el evaluador deberá escribir en la columna “Calificación” del Anexo 1, las calificaciones por cada actividad HCD evaluada, las cuales corresponden a la escala del 0 al 3 en base a los valores definidos en la Tabla.16 (0: No logrado, 1: Logrado parcialmente, 2: En gran parte logrado y 3: Totalmente logrado).

Calificación	Valor
0	N=No Logrado
1	P=Logrado parcialmente
2	L=En gran parte logrado
3	F=Totalmente logrado

Tabla 16 Calificación de la evaluación

3.5 El evaluador asignará la calificaciones, en base a los siguientes criterios:

- **0: No logrado.** Si no se encuentra ninguna evidencia significativa que demuestre la inclusión en el proceso de la “Empresa X” de la práctica.

- **1: Logrado parcialmente.** Si se encuentra evidencia de que se realiza la práctica en el proceso de la “Empresa X” sin embargo esta práctica no genera ningún producto de trabajo.
- **2: En gran parte logrado.** Se encuentra evidencia significativa de que se realiza la práctica usando y generando algunos de los productos de trabajo especificados por el modelo MODECUA, sin embargo no se usan y generan todos los productos de trabajo especificados y tampoco se lleva acabo el proceso de la “Empresa X” en base a lo especificado.
- **3: Totalmente logrado.** Se encuentra suficiente y significativa evidencia de que se realiza la práctica usando y generando todos los productos de trabajo especificados por el modelo MODECUA llevándose a cabo el proceso de la “Empresa X” en base a lo especificado.

3.6 Una vez asignadas todas las calificaciones, correspondientes a cada actividad, el evaluador debe continuar con la evaluación del Nivel 1, evaluando el cumplimiento de las prácticas de los atributos: “AP.2.1.1 *La estrategia del sistema incluye la participación de usuarios e involucrados en todo el ciclo de vida*” y “AP.2.1.2 *La integración de requerimientos de usuario y organizacionales en el proceso*”.

3.7 Para evaluar el cumplimiento de la práctica AP.2.1.1, el evaluador deberá basarse en las especificaciones de la sección 3.4.2, correspondientes a esta práctica, las cuales contienen los requisitos que debe cumplir la estrategia del sistema, por lo que el evaluador solicitará al sujeto de evaluación, el producto de trabajo: “S.1.3.1 *Documento que incluya la estrategia del sistema*”, así como toda la evidencia significativa que considere necesaria para la comprobación del cumplimiento de este producto de trabajo con los requisitos correspondientes de la práctica.

3.8 El evaluador al terminar de analizar la evidencia presentada, deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual escribirá en la columna “*Calificación*” del Anexo 1. El evaluador asignará la calificación máxima (3) a esta práctica, si la estrategia del sistema cumple con todo los requisitos (RP.2.1.1.1 al RP.2.1.1.5), de lo contrario se aplicará una regla de 3 para asignar la calificación correspondiente a esta práctica, por cada requisito faltante.

3.9 Para evaluar el cumplimiento de la práctica AP.2.1.2, el evaluador deberá basarse en las especificaciones de la sección 3.4.2, correspondientes a esta práctica, las cuales contienen las especificaciones que debe cumplir, los requerimientos de usuarios y organizacionales, por lo que el evaluador solicitará al sujeto de evaluación, el producto de trabajo: “S.4.7.1 *Especificación de requerimientos de usuarios e involucrados*”, así como toda la evidencia significativa que considere necesaria para la comprobación del cumplimiento de este producto de trabajo con los requisitos de la práctica.

3.10 El evaluador al terminar de analizar la evidencia presentada, deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual escribirá en la columna “*Calificación*” del Anexo 1. El evaluador asignará la calificación máxima (3) a esta práctica, si la especificación de los requerimientos de usuarios y organizacionales cumplen con todos los

requisitos (RP.2.1.2.1 al RP.2.1.2.10), de lo contrario se aplicará una regla de 3 para asignar la calificación correspondiente a esta práctica, por cada requisito faltante.

3.11 Seguidamente, el evaluador deberá calcular la media de este atributo del proceso, la cual se calcula sumando todas las calificaciones obtenidas por cada actividad HCD y práctica de los atributos del proceso (AP), dividiendo la suma resultante entre el total de actividades y prácticas evaluadas. El evaluador deberá escribir la media calculada en la fila correspondiente a “*Promedio calificación del Nivel I*”.

3.12 De acuerdo al resultado de la media calculada, el evaluador deberá asignar el valor correspondiente al atributo del proceso evaluado, como se define en la Tabla.17. Ejemplo: si el resultado de la media calculada está entre 0 a 0.4, se asignará el valor N: Hay poca o ninguna evidencia del logro del atributo definido en el proceso evaluado.

Resultado	Valor	Descripción
De 0 a 0.4	N	Hay poca o ninguna evidencia del logro del atributo definido en el proceso evaluado.
De 0.5 a 1	P	Hay algunas pruebas de un acercamiento a algunos logros del atributo definido en el proceso evaluado. Algunos aspectos de los logros del atributo, pueden ser impredecibles.
De 1.5 a 2	L	Hay evidencia de un enfoque sistemático para el logro del atributo significativo, que se define en el proceso de evaluación. Pueden existir algunas debilidades relacionadas con este atributo, en el proceso de evaluación.
De 2.5 a 3	F	Hay evidencia de un enfoque completo y sistemático, la plena consecución del atributo se define en el proceso evaluado. No existen debilidades significativas relacionadas, con este atributo en el proceso de evaluación.

Tabla 17 Valor total del nivel

3.14 Para finalizar la evaluación del atributo del proceso PA.2.1, el evaluador deberá comprobar en la Tabla.15, cual es la valoración requerida para el cumplimiento del atributo del proceso evaluado, en este caso es L o F, comparándolo con el valor obtenido resultante del calculo de la media.

3.15 Finalmente, si el valor obtenido en la evaluación del atributo PA.2.1 corresponde a L: En gran parte logrado ó F: Totalmente logrado, el atributo del proceso alcanza el Nivel 1 de madurez. Sin embargo, el evaluador solamente podrá continuar con la evaluación del Nivel 2, si la evaluación del atributo del proceso PA.2.1 corresponde a F: Totalmente logrado, para lo cual deberá seguir con lo especificado en el punto 4, de lo contrario no podrá continuar con la evaluación del Nivel 2, por lo que el evaluador deberá emitir un informe de inconformidad y recomendaciones de mejora, para que el sujeto de evaluación aplique y mejore el cumplimiento del modelo, hasta alcanzar la calificación del atributo del proceso (F: Totalmente logrado) y pueda avanzar al siguiente nivel.

3.16 En caso contrario, de que el atributo del proceso PA.2.1 obtenga la calificación F: Totalmente logrado, se continua con la evaluación del Nivel 2, siguiendo los pasos especificaciones en el paso 4.

Paso 4. Una vez alcanzado el Nivel 1, el evaluador deberá continuar con la evaluación del cumplimiento del atributo del proceso “PA.3.1 Atributo de gestión del enfoque centrado en el usuario”, correspondiente al nivel de madurez **NM.3 Nivel 2: Proceso Gestionado especificado** en el Anexo 1, basándose para su evaluación en las especificaciones de la sección 3.4.2 Escala de Capacidad (U+A SPICE). Para la evaluación de este atributo, el evaluador deberá seguir los siguientes pasos:

4.1 El evaluador deberá validar el cumplimiento de las prácticas de los atributos: “AP.3.1.1 La gestión de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad necesarias” y “AP.3.1.2 La gestión de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario”.

4.2 Para validar el cumplimiento de la práctica AP.3.1.1, el evaluador deberá solicitar al sujeto de auditoria los productos de trabajo, siguientes: “S.2.3.1 Plan de inclusión de pautas métodos y técnicas centradas en el usuario al proceso de desarrollo del sistema”, “S.2.3.2 Especificación de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad”, “S.5.4.1 Lista de las fuentes de conocimiento existentes y normas utilizadas, con descripción de la forma de incorporación”, “S.6.5.1 Informe de conformidad del sistema con las prácticas requeridas que describa como se trataron los conflictos entre los requerimientos de diseño y el conocimiento existente” y “S.6.7.3 Documento de justificación de todas las modificaciones implementadas o no implementadas para cumplir con los estándares, conocimientos existentes, buenas prácticas, necesidades particulares, requerimientos clave y retroalimentación de evaluaciones”, validando que estos productos de trabajo incluyan las directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad pertenecientes a los requisitos de esta práctica (RP.3.1.1.1 al RP.3.1.2.20).

4.3 Al finalizar de validar el cumplimiento de los requisitos de la práctica AP.3.1.1, el evaluador deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual escribirá en la columna “Calificación” del Anexo 1. El evaluador asignará la calificación máxima (3) a esta práctica, si los productos de trabajo comprueban la inclusión de todas las pautas y directrices (RP.3.1.1.1 al RP.3.1.2.20), de lo contrario se aplicará una regla de 3 para asignar la calificación correspondiente a esta práctica, por cada pauta faltante.

4.4 Seguidamente, el evaluador deberá validar el cumplimiento de la práctica AP.3.1.2, solicitando al sujeto de auditoria, los productos de trabajo siguientes: “S.2.3.3 Especificación de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario”, “S.2.3.4 Descripción de procedimientos para garantizar la plena utilización de la retroalimentación de todas las simulaciones, pruebas y evaluaciones” y “S.6.1.1 Plan de evaluación”, validando que estos productos de trabajo incluyan el cumplimiento de los métodos correspondientes a los requisitos de esta práctica. Para que esta práctica obtenga la calificación máxima (3), el sujeto de evaluación, deberá demostrar por medio de los productos de trabajo solicitados, el cumplimiento de los siguientes métodos y técnicas de evaluación: “RP.3.1.2.7

Evaluación Heurística”, “*RP.3.1.2.12 Inspección de Estándares de Usabilidad*”, “*RP.3.1.2.13 Pruebas de usabilidad*”, “*RP.3.1.2.16 Prototipado*”, “*RP.3.1.2.19 Evaluación automatizada*” y “*RP.3.1.2.20 Inspección de Estándares de Accesibilidad*”, de lo contrario se aplicará una regla de 3 para asignar la calificación correspondiente a esta práctica, por cada método faltante.

4.5 Al finalizar de validar el cumplimiento de los requisitos de la práctica AP.3.1.2, el evaluador deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual escribirá en la columna “*Calificación*” del Anexo 1.

4.6 Prosiguiendo con la evaluación, el evaluador deberá calcular la media de este atributo del proceso, la cual se calcula sumando todas las calificaciones obtenidas por cada práctica de los atributos del proceso (AP), dividiendo la suma resultante entre el total de prácticas evaluadas. El evaluador deberá escribir la media calculada en la fila correspondiente a “*Promedio calificación del Nivel 2*”.

4.7 De acuerdo al resultado de la media calculada, el evaluador deberá asignar el valor correspondiente al atributo del proceso evaluado, como se define en la Tabla.17. Ejemplo: si el resultado de la media calculada está entre 0 a 0.4 se asignará el valor N: Hay poca o ninguna evidencia del logro del atributo definido en el proceso evaluado.

4.8 Para finalizar la evaluación del atributo del proceso PA.3.1, el evaluador deberá comprobar en la Tabla.15, cual es la valoración requerida para el cumplimiento del atributo del proceso evaluado, en este caso es L o F, comparándolo con el valor obtenido resultante del calculo de la media.

4.9 Finalmente, si el valor obtenido en la evaluación del atributo PA.3.1 corresponde a L: En gran parte logrado ó F: Totalmente logrado, se alcanza el Nivel de madurez 2. Sin embargo si la calificación es L, no es suficiente para que el evaluador continúe con la evaluación del Nivel 3, por lo que deberá emitir un informe de inconformidad y recomendaciones de mejora, para que el sujeto de evaluación aplique y mejore el cumplimiento del modelo, hasta alcanzar la calificación del atributo del proceso PA.3.1, correspondiente a F: Totalmente logrado.

4.10 En caso contrario, de que el atributo del proceso PA.3.1 obtenga la calificación F: Totalmente logrado, se continua con la evaluación del Nivel 3, siguiendo los pasos especificaciones en el paso 5.

Paso 5. Una vez alcanzado el Nivel 2, el evaluador deberá continuar con la evaluación del cumplimiento del atributo del proceso “*PA.4.1 Atributo de implantación del enfoque centrado en el usuario*”, correspondiente al nivel de madurez “*NM.4 Nivel 3: Proceso Establecido*”, especificado en el Anexo 1, basándose para su evaluación en las especificaciones de la sección 3.4.2 Escala de Capacidad (U+A SPICE). Para la evaluación de este atributo, el evaluador deberá seguir los siguientes pasos:

5.1 El evaluador deberá validar el cumplimiento de las prácticas de los atributos: “*AP.4.1.1 El cumplimiento de las políticas de calidad y diseño centrado en el humano*” y “*AP.4.1.2 El cumplimiento del sistema con los requerimientos de usuarios e involucrados*”.

5.2 Para validar el cumplimiento de la práctica AP.4.1.1, el evaluador deberá solicitar al sujeto de auditoria el producto de trabajo: “S.7.7.2 *Informe de cumplimiento de las políticas de diseño centrado en el usuario*”. El evaluador asignará la calificación máxima (3), definida en la Tabla.16, si el producto de trabajo solicitado, cumple con todos los siguientes puntos:

- Especificación de políticas de calidad y diseño centrado en el humano
- Se cumplen todas las políticas de calidad
- Se cumplen todas las políticas de diseño centrado en el humano
- Las políticas de calidad y diseño centrado en el humano están formalizadas.
- Se promueven las políticas de calidad y diseño centrado en el humano en toda la Organización.

5.3 En caso contrario de incumplir con algún punto especificado anteriormente el evaluador deberá asignar la calificación de esta practica del atributo aplicando una regla de 3, por cada incumplimiento.

5.4 Al finalizar de validar el cumplimiento de los requisitos de la práctica AP.4.1.1, el evaluador deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual se escribirá en la columna “*Calificación*” del Anexo 1.

5.5 Seguidamente, el evaluador deberá validar el cumplimiento de la práctica AP.4.1.2, solicitando al sujeto de auditoria, el producto de trabajo: “S.6.4.1 *El informe de conformidad del sistema con los requerimientos de usuarios y de la Organización*”. El evaluador asignará la calificación máxima 3 (definida en la Tabla.16), si el producto de trabajo, demuestra el cumplimiento de todos los siguientes puntos:

- El sistema cumple con todos los requerimientos especificados por los usuarios.
- El sistema cumple con todos los requerimientos especificados por la Organización.
- El sistema cumple con nuevos requerimientos de usuarios.
- El sistema cumple con nuevos requerimientos organizacionales.

5.6 En caso contrario de incumplir con algún punto especificado anteriormente el evaluador deberá asignar la calificación de esta practica del atributo aplicando una regla de 3, por cada incumplimiento.

5.7 Al finalizar de validar el cumplimiento de los requisitos de la práctica AP.4.1.2, el evaluador deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual se escribirá en la columna “*Calificación*” del Anexo 1.

5.8 Continuando con la evaluación, el evaluador deberá calcular la media de este atributo del proceso, la cual se calcula sumando todas las calificaciones obtenidas por cada práctica de los atributos del proceso (AP), dividiendo la suma resultante entre el total de prácticas evaluadas. El evaluador deberá escribir la media calculada en la fila correspondiente a “*Promedio calificación del Nivel 3*”.

5.9 De acuerdo al resultado de la media calculada, el evaluador deberá asignar el valor correspondiente al atributo del proceso evaluado, como se define en la Tabla.17. Ejemplo: si el resultado de la media calculada está entre 0 a 0.4 se

asignará el valor N: Hay poca o ninguna evidencia del logro del atributo definido en el proceso evaluado.

5.10 Para finalizar la evaluación del atributo del proceso PA.4.1, el evaluador deberá comprobar en la Tabla.15, cual es la valoración requerida para el cumplimiento del atributo del proceso evaluado, en este caso es L o F, comparándolo con el valor obtenido resultante del calculo de la media.

5.11 Finalmente, si el valor obtenido en la evaluación del atributo PA.4.1 corresponde a L: En gran parte logrado ó F: Totalmente logrado, se alcanza el Nivel de madurez 3. Sin embargo, si la calificación resultante corresponde a L: En gran parte logrado, no es suficiente para que el evaluador continúe con la evaluación del Nivel 4, por lo que deberá emitir un informe de inconformidad y recomendaciones de mejora, para que el sujeto de evaluación aplique y mejore el cumplimiento del modelo, hasta alcanzar la calificación del atributo del proceso PA.4.1, correspondiente a F: Totalmente logrado.

5.12 En caso contrario, de que el atributo del proceso PA.4.1 obtenga la calificación F: Totalmente logrado, se continua con la evaluación del Nivel 4, siguiendo los pasos especificaciones en el paso 6.

Paso 6. Una vez alcanzado el Nivel 3, el evaluador deberá continuar con la evaluación del cumplimiento del atributo del proceso “PA.5.1 Atributo de rendimiento del enfoque centrado en el usuario”, correspondiente al nivel de madurez “NM.5 Nivel 4: Proceso Predecible”, especificado en el Anexo 1, basándose para su evaluación en las especificaciones de la sección 3.4.2 Escala de Capacidad (U+A SPICE). Para la evaluación de este atributo, el evaluador deberá seguir los siguientes pasos:

6.1 El evaluador deberá validar el cumplimiento de las prácticas de los atributos: “AP.5.1.1 Asegurar que las prácticas de diseño centrado en el humano, cumplan con los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del proceso” y “AP.5.1.2 Evaluar el rendimiento de las prácticas del proceso de diseño centrado en el humano”.

6.2 Para validar el cumplimiento de la práctica AP.5.1.1, el evaluador deberá solicitar al sujeto de auditoria el producto de trabajo: “S.4.8.1 Los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad para el sistema”. El evaluador asignará la calificación máxima (3), definida en la Tabla.16, si los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad, cumplen con todos los requisitos (RP.5.1.1.1 al RP.5.1.1.5), de lo contrario se aplicará una regla de 3 para asignar la calificación correspondiente a esta práctica, por cada requisito faltante.

6.3 Al finalizar de validar el cumplimiento de los requisitos de la práctica AP.5.1.1, el evaluador deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual se escribirá en la columna “Calificación” del Anexo 1.

6.4 Seguidamente, el evaluador deberá validar el cumplimiento de la práctica AP.5.1.2, solicitando al sujeto de auditoria, la evidencia suficiente que demuestre la realización de la evaluación cualitativa de directrices de usabilidad y accesibilidad, por medio del cuestionario perteneciente al Anexo2 contestado, así como mediante la realización de la evaluación cuantitativa de la calidad de uso, demostrada a través de resultados obtenidos por la aplicación de las métricas correspondientes a la

sección 3.5.2. El evaluador asignará la calificación máxima (3), definida en la Tabla.16, si se aplican todas las métricas definidas en cada evaluación, es decir para el caso de la evaluación cualitativa, se tienen que aplicar todas las preguntas definidas en el cuestionario y para la evaluación cuantitativa, se tienen que aplicar todas las ecuaciones correspondientes a cada métrica.

6.5 En caso contrario de incumplir con alguna métrica especificada anteriormente, el evaluador deberá asignar la calificación a esta práctica del atributo aplicando una regla de 3, por cada incumplimiento.

6.6 Al finalizar de validar el cumplimiento de los requisitos de la práctica AP.5.1.2, el evaluador deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual se escribirá en la columna “*Calificación*” del Anexo 1.

6.7 Continuando con la evaluación, el evaluador deberá calcular la media de este atributo del proceso, la cual se calcula sumando todas las calificaciones obtenidas por cada práctica de los atributos del proceso (AP), dividiendo la suma resultante entre el total de prácticas evaluadas. El evaluador deberá escribir la media calculada en la fila correspondiente a “*Promedio calificación del Nivel 4*”.

6.8 De acuerdo al resultado de la media calculada, el evaluador deberá asignar el valor correspondiente al atributo del proceso evaluado, como se define en la Tabla.17. Ejemplo: si el resultado de la media calculada está entre 0 a 0.4 se asignará el valor N: Hay poca o ninguna evidencia del logro del atributo definido en el proceso evaluado.

6.9 Para finalizar la evaluación del atributo del proceso PA.5.1, el evaluador deberá comprobar en la Tabla.15, cual es la valoración requerida para el cumplimiento del atributo del proceso evaluado, en este caso es L o F, comparándolo con el valor obtenido resultante del calculo de la media.

6.10 Finalmente, si el valor obtenido en la evaluación del atributo PA.5.1 corresponde a L: En gran parte logrado ó F: Totalmente logrado, se alcanza el Nivel de madurez 4. Sin embargo, si la calificación resultante corresponde a L: En gran parte logrado, no es suficiente para que el evaluador continúe con la evaluación del Nivel 5, por lo que deberá emitir un informe de inconformidad y recomendaciones de mejora, para que el sujeto de evaluación aplique y mejore el cumplimiento del modelo, hasta alcanzar la calificación del atributo del proceso PA.5.1, correspondiente a F: Totalmente logrado.

6.11 En caso contrario, de que el atributo del proceso PA.5.1 obtenga la calificación F: Totalmente logrado, se continua con la evaluación del Nivel 5, siguiendo los pasos especificaciones en el paso 7.

Paso 7. Una vez alcanzado el Nivel 4, el evaluador deberá continuar con la evaluación del cumplimiento del atributo del proceso “PA.6.1 Atributo de optimización del enfoque centrado en el usuario”, correspondiente al nivel de madurez “NM.6 Nivel 5: Proceso Optimizado”, especificado en el Anexo 1, basándose para su evaluación en las especificaciones de la sección 3.4.2 Escala de Capacidad (U+A SPICE). Para la evaluación de este atributo, el evaluador deberá seguir los siguientes pasos:

7.1 El evaluador deberá validar el cumplimiento de las prácticas de los atributos: “AP.6.1.1 La satisfacción de usuarios e involucrados con el sistema a largo plazo”

y “AP.6.1.2 La satisfacción de usuarios e involucrados con los servicios de apoyo y soporte del sistema”.

7.2 Para validar el cumplimiento de la práctica AP.6.1.1, el evaluador deberá solicitar al sujeto de auditoria, el producto de trabajo: “RP.6.1.1.1 El informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema actual”, así como también se podrá hacer uso del cuestionario “USE”[41] para medir la satisfacción de usuarios, el cual es medido basado en una escala de calificación Likert (totalmente de acuerdo a totalmente en desacuerdo). El evaluador asignará la calificación máxima (3), si se cumplen los siguientes puntos:

- El informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema demuestra la satisfacción de los usuarios.
- El informe de conformidad de la Organización y los usuarios con el uso del sistema demuestra la satisfacción de la Organización.
- Si el cuestionario de satisfacción demuestra la satisfacción de los usuarios con el uso del sistema.

7.3 En caso contrario de incumplir con algún punto especificado anteriormente, el evaluador deberá asignar la calificación de esta practica del atributo aplicando una regla de 3, por cada incumplimiento.

7.4 Al finalizar de validar el cumplimiento de los requisitos de la práctica AP.6.1.1, el evaluador deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual se escribirá en la columna “Calificación” del Anexo 1.

7.5 Seguidamente, el evaluador deberá validar el cumplimiento de la práctica AP.6.1.2, solicitando al sujeto de auditoria, los productos de trabajo: “S.7.4.2 El informe de resultados de la satisfacción de los usuarios e involucrados con la capacitación” y “S.7.5.2 El informe de satisfacción de usuarios con la atención y resolución de incidencias”. El evaluador asignará la calificación máxima 3 (definida en la Tabla.16), si los productos de trabajo cumplen con los siguientes puntos:

- Los usuarios están satisfechos con la capacitación
- Los involucrados están satisfechos con la capacitación
- Hay evidencia significativa de que la capacitación facilito el uso del sistema.
- Los usuarios están satisfechos con el tiempo de respuesta, en la resolución de incidencias.
- Los involucrados están satisfechos con el tiempo de respuesta en la resolución de incidencias.
- Los usuarios están satisfechos con la atención del personal de soporte.
- Los involucrados están satisfechos con la atención del personal de soporte.

7.6 En caso contrario, de incumplir con algún punto especificado anteriormente, el evaluador deberá asignar la calificación de esta practica del atributo aplicando una regla de 3, por cada incumplimiento.

7.7 Al finalizar de validar el cumplimiento de los requisitos de la práctica AP.6.1.2, el evaluador deberá escribir la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual se escribirá en la columna “Calificación” del Anexo 1.

7.8 Prosiguiendo con la evaluación, el evaluador deberá calcular la media de este atributo del proceso, la cual se calcula sumando todas las calificaciones obtenidas por cada práctica de los atributos del proceso (AP), dividiendo la suma resultante entre el total de prácticas evaluadas. El evaluador deberá escribir la media calculada en la fila correspondiente a “*Promedio calificación del Nivel 5*”.

7.9 De acuerdo al resultado de la media calculada, el evaluador deberá asignar el valor correspondiente al atributo del proceso evaluado, como se define en la Tabla.17. Ejemplo: si el resultado de la media calculada está entre 0 a 0.4 se asignará el valor N: Hay poca o ninguna evidencia del logro del atributo definido en el proceso evaluado.

7.10 Para finalizar la evaluación del atributo del proceso PA.6.1, el evaluador deberá comprobar en la Tabla.15, cual es la valoración requerida para el cumplimiento del atributo del proceso evaluado, en este caso es L o F, comparándolo con el valor obtenido resultante del calculo de la media.

7.11 Finalmente, si el valor obtenido en la evaluación del atributo PA.6.1 corresponde a L: En gran parte logrado ó F: Totalmente logrado, se alcanza el Nivel de madurez 5, finalizando la evaluación del cumplimiento del modelo por medio de la escala de capacidad U+A SPICE.

3.5.2 Evaluación cualitativa de las directrices de usabilidad y accesibilidad

El objetivo de esta evaluación, es determinar el grado de cumplimiento del sistema con las directrices y atributos de Usabilidad y Accesibilidad aplicadas por el modelo propuesto. Esta evaluación, se tiene que aplicar durante las pruebas del sistema o prototipo con los usuarios, con el objetivo de determinar cual es el grado de cumplimiento del sistema con las directrices implementadas al proceso de desarrollo de software.

Esta evaluación, se complementa con la anterior (Evaluación cualitativa del cumplimiento del modelo), debido a que el objetivo de la Evaluación cualitativa del cumplimiento del modelo, es garantizar el cumplimiento de todas las prácticas definidas por el modelo propuesto y esta evaluación, asegura que esas prácticas realizadas, cumplan con las directrices y atributos de Usabilidad y Accesibilidad necesarias para mejorar el sistema. Debido a que ambas evaluaciones están relacionadas, esta evaluación se incluye en la escala de capacidad U+A SPICE, como un requisito importante (RP.5.1.2.1), que se tiene que cumplir para alcanzar el nivel de madurez 4.

La evaluación del cumplimiento del sistema con las directrices de Usabilidad y Accesibilidad, se realiza a partir de la clasificación de atributos (Tabla.18) basados en los principios de Accesibilidad W3C para contenido Web 2.0 y los atributos para mejorar la Usabilidad en un sistema interactivo descritos anteriormente.

Para evaluar el cumplimiento de estos atributos se desarrolló un cuestionario de evaluación (Anexo2) que esta conformado por una serie de preguntas para determinar si el sistema cumple con las directrices y atributos de Usabilidad y Accesibilidad implementados por el

modelo MODECUA. Esta técnica de evaluación cualitativa únicamente se podrá aplicar al implementar previamente las directrices de Usabilidad y Accesibilidad especificadas por el modelo y se tiene que aplicar durante las pruebas de usuarios con el sistema, ya que el objetivo de esta evaluación, es determinar el grado de facilidad de uso, familiaridad, flexibilidad y recuperabilidad de todos los atributos definidos por las normativas especificadas en la siguiente Tabla.18.

Criterio	Métrica	Atributos
Usabilidad	Aprendizaje	Sintetizable Familiar
	Consistencia	Flexibilidad Robustez Recuperabilidad Tiempo de respuesta Adaptación de las tareas Disminución de la carga cognitiva
Accesibilidad	Perceptibilidad	Alternativas textuales Medios tiempo dependientes Contenido
	Operabilidad	Accesible por teclado Tiempo ajustable Navegable
	Comprensibilidad	Legible Predecible Entrada de datos asistida
	Robustez	Compatible

Tabla 18 Atributos de evaluación de Usabilidad y Accesibilidad

A continuación se describen los pasos para realizar esta prueba a través de un breve ejemplo de la aplicación y uso de esta técnica de evaluación.

Paso 1. Se lleva a cabo la prueba de Usabilidad y Accesibilidad del sistema con usuarios representativos.

Paso 2. El evaluador le pide al usuario que realice una serie de tareas en el sistema, que permitan comprobar el cumplimiento de los atributos especificados en la Tabla 18 pertenecientes a las directrices y atributos de Usabilidad y Accesibilidad.

Paso 3. El usuario realiza las tareas que el evaluador le indica, para enriquecer la prueba se puede hacer uso de la técnica **RP.3.1.2.14** Protocolo de "Pensar en Voz Alta" siguiendo la metodología especificada en la sección 3.4.2.

Paso 4. Complementando las observaciones de la interacción del usuario con el sistema, el evaluador deberá aplicarle al usuario la técnica **RP.3.1.2.5** Cuestionarios siguiendo la metodología especificada para la técnica y basando en las preguntas en el Anexo 2.

Paso 5. El evaluador deberá registrar todas las observaciones de la interacción del usuario con el sistema, así como las respuestas a las preguntas formuladas, utilizando medios de grabación de voz o video como apoyo en la obtención de la información.

Paso 6. El evaluador podrá hacer uso de una escala de evaluación definida por ejemplo: La escala de 4 niveles: **3=Mucho 2=Regular 1=Poco 0=Nada**, para contestar las preguntas definidas en el Anexo 2.

Paso 7. El evaluador basado en los registros obtenidos en la interacción del usuario con el sistema y en la aplicación del cuestionario, usa el Anexo 2 para contestar las preguntas de acuerdo a la escala de evaluación definida. Para cada respuesta es preciso que el evaluador incluya la justificación adecuada, por ejemplo:

1. ¿El usuario logra identificar con facilidad los cambios en las operaciones que se ejecutan en el sistema? (Correspondencia con el Atributo: Sintetizable)
R= 3, el usuario identifica con facilidad todos los cambios y acciones ejecutadas por el sistema.
2. ¿Cuál es el nivel de familiaridad del usuario con el uso de la tecnología? (Correspondencia con el Atributo: Familiaridad)
R= 2, debido a que el usuario utiliza la tecnología para actividades cotidianas, sin embargo no ha utilizado la tecnología para realizar las tareas que contempla el sistema.
3. ¿Cuál es el nivel de familiaridad del usuario con la funcionalidad del sistema, respecto al uso con sistemas con la misma o similar funcionalidad? (Correspondencia con el Atributo: Familiaridad)
R= 0, Ninguna el usuario nunca había utilizado un sistema con la misma o similar funcionalidad.

Paso 8. Al finalizar de responder todas las preguntas del Anexo 2, el evaluador basado en la calificación de cada pregunta, calculará la media de cada atributo de Usabilidad y Accesibilidad correspondiente a cada pregunta.

Paso 9. En base a la media calculada por atributo el evaluador obtendrá los resultados de cada atributo de Usabilidad y Accesibilidad, lo cual indicará el cumplimiento del sistema con estos atributos con el objetivo de mejorar su cumplimiento.

3.5.3 Evaluación cuantitativa de la calidad de uso

El objetivo de esta evaluación, es determinar de manera cuantitativa, es decir a través de métricas definidas, el grado de calidad que alcanza el sistema en uso. Esta evaluación se tiene que aplicar cuando el sistema ya se ha puesto en marcha y se usa continuamente en el

contexto de uso real, las métricas de esta evaluación se pueden aplicar durante y después de las pruebas con usuarios, mientras más se parezca el contexto de evaluación al contexto real, mayor será la calidad de los resultados.

Es importante mencionar, que esta evaluación es muy útil para medir el rendimiento de la calidad de uso del sistema a través del tiempo, debido a que se pueden realizar comparaciones entre los resultados actuales con los anteriores, con el objetivo de identificar si la calidad de uso del sistema mejora, por varios factores como: actualizaciones del sistema, modificaciones, incremento del uso del sistema, entre otros.

La evaluación cuantitativa, se complementa con las evaluaciones anteriores, ya que la evaluación cualitativa del cumplimiento del modelo garantiza el cumplimiento de todas las prácticas definidas por el modelo, una vez que se cumplan todas las prácticas, la evaluación cualitativa del cumplimiento de las directrices de Usabilidad y Accesibilidad, asegura el cumplimiento del sistema con las directrices del modelo y finalmente la evaluación cuantitativa asegura que el sistema centrado en Usabilidad y Accesibilidad, cuenta con la calidad de uso necesaria. Partiendo de esta relación, la evaluación cuantitativa se incluye en la escala de capacidad U+A SPICE, como un requisito importante (RP.5.1.2.2), que se tiene que cumplir para alcanzar el nivel de madurez 4.

La evaluación de la calidad de uso del sistema se desarrolla, a partir de las características del Modelo de calidad en uso de la normativa ISO 9126-4, la cual se clasificó en métricas relacionadas a preguntas que se responderán a partir de la aplicación adecuada de las ecuaciones, como muestra a continuación la Tabla.19. Esta técnica de evaluación cuantitativa únicamente se podrá aplicar durante las pruebas con usuarios o cuando el sistema este funcionando, debido a que el objetivo de esta evaluación es medir cuestiones muy específicas del uso del sistema como: la efectividad de la tarea, frecuencia de errores, eficiencia del usuario, eficiencia en la tarea, entre otras.

Calidad de uso		
Características	Métricas	Preguntas
1. Efectividad	1.1.Efectividad de la tarea	¿Qué proporción de los objetivos de la tarea es realizado correctamente?
	1.2 Finalización de la tarea	¿Cuál es la proporción de las tareas finalizadas?
	1.3 Frecuencia de errores	¿Cuál es la frecuencia de errores?
2. Productividad	2.1 Tiempo de completar una tarea	¿Cuánto tiempo se toma el usuario en completar una tarea?
	2.2 Eficiencia en la tarea	¿Qué tan eficientes son los usuarios?
	2.3 Productividad económica	¿Qué tan efectivo es el usuario en cuanto el costo?

	2.4 Proporción productiva	¿En que proporción de tiempo desempeña acciones productivas el usuario?
	2.5 Eficiencia relativa al usuario	¿Qué tan productivo es un usuario sin experiencia en comparación con un experto?
3. Seguridad	3.1 Salud y seguridad del usuario	¿Cuál es la frecuencia de problemas de salud de usuarios que utilizan el sistema?
	3.2 Seguridad de las personas afectadas por el uso del sistema	¿Cuál es la incidencia de riesgo para las personas que utilizan el sistema?
	3.3 Daño económico	¿Cuál es la incidencia de daño económico?
	3.4 Daño de software	¿Cuál es la incidencia de corrupción del sistema?
4. Satisfacción	4.1 Escala de satisfacción	¿Qué tan satisfecho está el usuario con el sistema?
	4.2 Cuestionario de satisfacción	¿Qué tan satisfecho está el usuario con las características específicas del sistema?
	4.3 Uso a discreción	¿Qué proporción de usuarios potenciales eligen usar el sistema?

Tabla 19 Características de la calidad de uso

La calidad en uso del sistema, se calcula a través de la aplicación de las ecuaciones correspondientes a cada métrica definidas por la normativa ISO 9126-4, cuyo propósito es medir la calidad del uso del sistema. A continuación en la Tabla.20 se describen las ecuaciones para calcular la calidad del uso del sistema.

Métrica	Ecuación	Valores de la ecuación
1.1	$M1 = 1 - \sum A_i $	A_i : Valor proporcional de cada componente incorrecto o faltante de la tarea.
1.2	$X = A/B$	A= Número de tareas finalizadas B= Número total de tareas que se intentaron hacer
1.3	$X = A/T$	A: Número de errores cometidos por el Usuario T: Tiempo o número de tareas
2.1	$X = T_a$	T_a = Tiempo en completar una tarea
2.2	$X = M1$	$M1$ = Efectividad de la tarea T = Tiempo en completar la tarea
2.3	$X = M1/C$	$M1$ = Efectividad de la tarea

		C= Costo total de la tarea. El costo puede incluir, el tiempo de los usuarios, costo de los recursos informáticos, llamadas telefónicas y materiales utilizados.
2.4	$X=T_a/T_b$	Ta= Tiempo productivo = Tiempo en completar una tarea(métrica 2.1) – Tiempo de ayuda – Tiempo de error – Tiempo de búsqueda. Tb= Tiempo en completar una tarea (métrica 2.1)
2.5	$X=A/B$	A= Eficiencia en la tarea (métrica 2.2) de un usuario no experto B= Eficiencia en la tarea (métrica 2.2) de un usuario experto
3.1	$X=1-A/B$	A= Número de usuarios que reportan RSI (lesiones provocadas por un esfuerzo repetitivo, por tensión nerviosa o lesión) B= Número total de usuarios
3.2	$X=1-A/B$	A=Número de personas en riesgo (por el uso del sistema) B= Número total de personas potencialmente afectadas por el sistema.
3.3	$X=1-A/B$	X= Número de acontecimiento de daño económico B= Número total de uso del sistema en situaciones específicas
3.4	$X=1-A/B$	A= Número de ocurrencias de la corrupción del software B= Número total de situaciones de uso
4.1	$X=A/B$	A= El cuestionario produce escalas psicométricas B= Media de la población
4.2	$X=\sum (A_i) / n$	Ai= Respuesta a una pregunta n= Número de respuestas
4.3	$X=A/B$	A= Número de veces que unas funciones y aplicaciones del sistema son usados B= Número de veces que intentaron usar

Tabla 20 Métricas para calcular la calidad de uso del sistema

A continuación se describirá un breve ejemplo que demuestra el uso y aplicación de estas métricas pertenecientes a esta técnica de evaluación.

Se desarrollo una prueba con 8 usuarios con el objetivo de medir la calidad del uso del sistema. La prueba consistió en pedirle a cada usuario que realizará 2 tareas:

- Instalar el sistema
- Agregar la información de un nuevo contacto

Para calificar estas tareas se utilizó las siguientes reglas de evaluación correspondientes a cada tarea:

- Instalar el sistema: Si se introducen todos los componentes del sistema instalados correctamente asignar el 100%, para cada subcomponente necesario omitido se le restará el 20%.

- Agregar la información de un nuevo contacto: Si se introduce toda la información correctamente asignar el 100% , por cada elemento de la información faltante restar el 50%, para cada elemento de información introducido en el campo equivocado restar el 20% y por cada error en la información introducida restar el 5%.

Instalar el sistema

A cada usuario se le pide que utilice el sistema con el objetivo de comprobar si pueden instalar el sistema. A continuación la siguiente Tabla.21 muestra los resultados de cada usuario en la realización de la tarea 1. Instalar el sistema.

# Participante	Tasa de finalización de las tareas sin ayuda (%)	Objetivo logrado (%)	Tiempo de la tarea (min)	Finalización tasa / tiempo de tarea
1	100%	100%	5.3	19%
2	100%	100%	3.9	26%
3	100%	100%	6.2	16%
4	100%	80%	9.5	11%
5	100%	100%	4.1	24%
6	100%	100%	5.9	17%
7	100%	100%	4.2	24%
8	100%	100%	5.5	18%
Media	100%	98%	5.6	19%
Min	100%	80%	3.9	11%
Max	100%	100%	9.5	26%

Tabla 21 Instalar el sistema

Como se puede observar en la Tabla.21, todos los participantes pueden instalar el sistema con éxito en un tiempo promedio de 5,6 minutos sin embargo un subcomponente menor del sistema no ha sido instalado con éxito por lo que se resto el 20% correspondiente al participante número 4 por lo que se le asigno un objetivo logrado de 80%).

Agregar la información de un nuevo contacto

A cada usuario se le pide que utilice el sistema, con el objetivo de comprobar si pueden agregar la información de un nuevo contacto en el sistema. A continuación la siguiente Tabla.22, muestra los resultados de cada usuario en la realización de la tarea 2. Agregar la información de un nuevo contacto.

# Participante	Tasa de finalización de las tareas sin ayuda (%)	Objetivo logrado (%)	Tiempo de la tarea (min)	Finalización tasa / tiempo de tarea
1	100%	100%	4.4	23%
2	100%	100%	3.5	29%
3	100%	95%	4.6	22%
4	100%	100%	5.5	18%
5	100%	100%	3.8	26%
6	100%	100%	4.5	22%
7	100%	95%	4.9	20%
8	100%	100%	3.3	30%
Media	100%	99%	4.3	24%
Min	100%	95%	3.3	18%
Max	100%	100%	5.5	30%

Tabla 22 Agregar la información de un nuevo contacto

Como se puede observar en la Tabla.22, todos los participantes añadieron con éxito la nueva información del contacto en un tiempo promedio de 4,3 minutos, sin embargo dos participantes cometieron pequeños errores por lo que se resto el 5% correspondiente a los participantes número 3 y 7 por lo que se le asigno un objetivo logrado de 95%. A continuación, la Tabla.23 presenta la información de ambas tareas.

# Participante	Tasa de finalización de todas las tareas sin ayuda (%)	Objetivo logrado (%)	Tiempo total de las tareas (min)	Finalización tasa/ tiempo total de las tareas
1	100%	100%	9.7	10.3%
2	100%	100%	7.4	13.5%
3	100%	98%	10.8	9.3%
4	100%	90%	15	6.7%
5	100%	100%	7.9	12.7%
6	100%	100%	10.4	9.6%
7	100%	98%	9.1	11%
8	100%	100%	8.8	11.4%
Media	100%	98%	9.9	11%
Min	100%	90%	7.4	6.7%
Max	100%	100%	15	13.5%

Tabla 23 Resumen de las tareas

Aplicación de las métricas

En base a la información presentada en la Tabla.23 se aplicaron dos métricas con el propósito de demostrar la aplicabilidad y uso de la técnica de evaluación cuantitativa definida. El objetivo de esta técnica, es responder a las preguntas planteadas a través de la aplicación de las ecuaciones de cada métrica por lo que a continuación se detalla su uso.

Se aplicó la ecuación correspondiente a la métrica 1.1 Efectividad de la tarea, con el objetivo de responder a la pregunta asociada: ¿Qué proporción de los objetivos de la tarea es realizado correctamente? especificada en la Tabla 19. Para la aplicación de la métrica se sustituyó la ecuación $M1 = \left| 1 - \sum A_i \right| 1$ donde A_i : corresponde al valor proporcional de cada componente incorrecto o faltante de la tarea, debido a que el promedio de todos los componentes instalados correctamente es de .98, el valor proporcional de los componentes instalados incorrectamente corresponde a .02 es decir $A_i = .02$. Al obtener el valor de A_i , se sustituyó en la ecuación de la siguiente manera: $M1 = \left| 1 - .02 \right| = .98$, dando como resultado $M1 = .98$ lo que comprueba que el promedio de los objetivos de las tareas fueron logrados con un 98% de éxito con lo que se obtuvo la respuesta a la interrogante: ¿Qué proporción de los objetivos de la tareas es realizado correctamente? R= El 98% de los objetivos de las tareas son realizados con éxito.

Se aplicó la ecuación correspondiente a la métrica 1.2 Finalización de la tarea, con el objetivo de responder a la pregunta asociada: ¿Cuál es la proporción de tareas finalizadas? especificada en la Tabla.19. Para la aplicación de la métrica, se sustituyó la ecuación $X = A/B$ donde A: Es el número de tareas finalizadas y B: Es el número total de tareas que se intentaron hacer debido a que el promedio de la tasa de finalización de las tareas por los usuarios es de 100% y son dos tareas que se realizaron, se sustituyó la ecuación de la siguiente manera: $X = 2/2 = 1$ dando como resultado $X = 1$, lo que comprueba que la proporción de las tareas finalizadas es del 100% con lo que se obtuvo la respuesta a la interrogante: ¿Cuál es la proporción de tareas terminadas? R= 100%, debido a que todas las tareas se finalizaron con éxito.

Como se ha observado, las técnicas de evaluación cualitativa y cuantitativa propuestas por este trabajo representan propuestas viables de aplicación y servirán de gran ayuda para evaluar si el sistema cumple con las directrices y atributos de usabilidad y accesibilidad del modelo MODECUA, así como demostrarán si el sistema cumple con la calidad de uso necesaria.

Capítulo 4: Validación

En este capítulo, se demostrará la viabilidad del modelo MODECUA, con el objetivo de comprobar el cumplimiento de la hipótesis de partida H_3 , a través de la aplicación de un caso de estudio a un proceso de desarrollo de software de una empresa real, de la cual no se incluye el nombre debido a motivos de confidencialidad, por lo que la denominaremos de aquí en lo sucesivo como “Empresa X”. En la sección 4.1, se describirá y analizará la situación actual del proceso de la “Empresa X” y finalmente en la sección 4.2, se aplicará el modelo MODECUA con el propósito de determinar el nivel de madurez del proceso de desarrollo de software de la “Empresa X”.

4.1 Caso de Estudio

La “Empresa X”, actualmente cuenta con más de 20 años en el sector tecnológico ofreciendo desarrollo e integración de soluciones de software con una plantilla de personal de más de 50 empleados entre desarrolladores, líderes de proyectos, responsables de mantenimiento, soporte y responsables del aseguramiento de la calidad. Actualmente la “Empresa X” cuenta con la implementación de la práctica RUP [42] a su proceso de desarrollo de software, así como la certificación del Modelo de mejora de procesos CMMI y la certificación de la práctica de gestión de servicios de tecnología ITIL.

Debido a que la “Empresa X”, sigue la metodología RUP, cuenta con un proceso unificado de desarrollo de software, el cual se caracteriza por estar dirigido por casos de uso, así como por estar centrado en la arquitectura y realizar el proceso de desarrollo de software de manera iterativa incremental, por tal motivo representa un caso de estudio idóneo para la aplicación del modelo MODECUA, ya que esta basado en la Usabilidad y la Accesibilidad, ambos atributos se deben de implementar de manera iterativa incremental para garantizar su máximo rendimiento [43]. La metodología RUP propone la adopción de un proceso iterativo incremental, donde el desarrollo del sistema se construye en cada interacción permitiendo entregar avances iterativos del producto al cliente. La metodología RUP divide el proceso en cuatro fases, donde se realizan varias interacciones dependiendo del alcance del proyecto. A continuación la Ilustración 13 muestra las fases del proceso unificado.

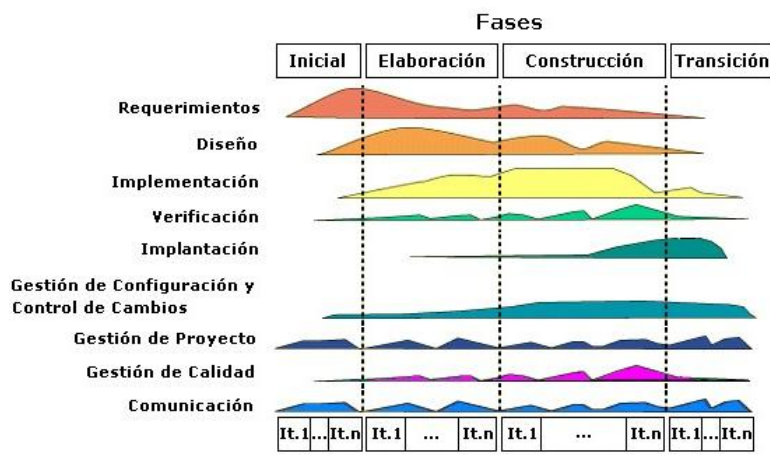


Ilustración 13 Fases RUP

4.2 Aplicación del modelo al caso de estudio

La metodología RUP como vimos anteriormente, consta de cuatro fases: Inicio, Elaboración, Construcción y Transición que son desarrolladas de manera iterativa incremental. La “Empresa X” debido a que sigue esta metodología tienen las mismas fases en su proceso de desarrollo de software.

Para la aplicación del modelo MODECUA al caso de estudio, es indispensable contar con los procesos, actividades y productos de trabajo del proceso de desarrollo de software de la “Empresa X”, los cuales se validarán de acuerdo a la escala de capacidad U+A SPICE con el propósito de determinar el nivel de madurez del proceso de estudio. La Tabla.24 muestra el proceso, las actividades e iteraciones de la “Empresa X”.

Procesos y actividades				
Número iteraciones	1 o 2	2 o 3	2 o 3	1
Fases	Inicio	Elaboración	Construcción	Transición
	Dimensionamiento -Estimación de tiempos y costos del proyecto -Desarrollo de la visión del proyecto -Administración de la configuración -Auditoria de aseguramiento de la calidad de procesos y productos -Elaboración de la cotización -Análisis retrospectivo Planeación -Reunión con el analista líder -Reunión de inicio y asignación de actividades -Desarrollo y mantenimiento de la matriz de rastreo y estado -Solicitud y autorización del Inicio del proyecto -Planeación del proyecto de desarrollo de software -Ingeniería de requerimientos -Administración de la configuración -Auditoria de aseguramiento de la calidad de procesos y productos -Control de cambios -Monitoreo y control de la iteración -Reunión de arranque	-Reunión de inicio y asignación de actividades -Mantenimiento de la matriz de mantenimiento y estado -Ajustes a la planeación del proyecto (si es requerido) -Arquitectura -Base de datos -Construcción -Integración y pruebas -Generación del instalador -Validación y capacitación -Solución de defectos -Ingeniería de requerimientos -Administración de la configuración -Auditoria de aseguramiento de la calidad -Control de cambios -Medición y	-Reunión de inicio y asignación de actividades -Mantenimiento de la matriz de rastreo y estado -Ajustes a la planeación del proyecto (si es requerido) -Base de datos -Prueba con usuarios -Construcción -Integración y pruebas -Generación del instalador -Validación y capacitación -Solución de defectos -Ingeniería de requerimientos -Administración de la configuración -Auditoria de aseguramiento de la calidad -Control de cambios -Medición y análisis -Monitoreo y control de la	-Instalación -Capacitación -Soporte -Administración de la configuración -Análisis retrospectivo -Cierre de la iteración

	-Análisis retrospectivo -Cierre de Iteración	análisis -Monitoreo y control de la Iteración -Análisis retrospectivo -Cierre de iteración	iteración -Análisis retrospectivo -Cierre de iteración	
--	---	---	--	--

Tabla 24 Procesos y actividades Empresa X

Como se puede observar de manera general, la “Empresa X” carece de la integración de la prácticas de diseño centrado en el humano, sin embargo se tienen que analizar detalladamente las prácticas, así como los productos de trabajo para poder determinar el nivel de madurez del proceso estudiado. A continuación, la Tabla.25 muestra los productos de trabajo usados y generados por el proceso de la “Empresa X”.

Productos de Trabajo				
Número iteraciones	1 o 2	2 o 3	2 o 3	1
Fases	Inicio	Elaboración	Construcción	Transición
	-Documento de visión del proyecto. -Casos de uso -Especificación de requerimientos no funcionales -Modelo de estimación -Especificación del 20% de los casos de uso -Plan del proyecto -Organigrama -Plan de asignación -Presupuesto -Plan de administración de la configuración -Plan de riesgos -Modelo conceptual del sistema -Diagrama de casos de uso	-Plan de Elaboración -Especificación del 80% de los casos de uso del sistema -Arquitectura del software ejecutable -Realización del 20% de casos de uso -Desarrollo del software ejecutable en componentes, el 20% de los casos de uso -Plan de la fase Construcción -Actualización de los casos de uso -Actualización de riesgos -Documento de arquitectura de software -Actualización del documento de arquitectura de software	-Especificaciones de casos de uso -Desarrollo de casos de uso -Software ejecutable en componentes -Plan de la fase Transición -Manual de usuario -Actualización del plan de trabajo -Actualización de los casos de uso -Actualización de riesgos -Actualización del documento de arquitectura de software	-Software en transición -Especificación de casos de uso -Realización de casos de uso -Documento de arquitectura de software -Manual de usuario -Plan de trabajo -Lista de riesgos

Tabla 25 Productos de trabajo Empresa X

A continuación, se detallarán los pasos aplicados en la aplicación del modelo MODECUA al caso de estudio.

Paso 1. Para realizar la evaluación, se utilizó el Formulario de Registro de Evaluación del Anexo 1, así como de la escala de capacidad (U+A SPICE), definida en la sección 3.4.2.

Paso 2. Se empezó la evaluación de los puntos de verificación del Anexo 1, evaluando el **NM.2 Nivel 1 Proceso realizado**, el cual contiene el atributo del proceso “PA.2.1 Integración del enfoque centrado en el usuario”, por lo que consultaron las especificaciones correspondientes a este atributo en la escala de capacidad (U+A SPICE), definida en la sección 3.4.2.

Paso 3. De acuerdo a la descripción del atributo del proceso “PA.2.1 Atributo de integración del enfoque centrado en el usuario”, se siguieron los pasos siguientes:

3.1 Se validó el cumplimiento de todas las actividades de los procesos HCD, empezando por el proceso “HCD.1 Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema”, hasta el proceso “HCD.7 Introducir e implementar el sistema”, como indica el Anexo 1, comparándolas con las actividades de los procesos pertenecientes a la “Empresa X”.

3.2 Se verificó que todas las actividades, pertenecientes a la “Empresa X” cumplan con las especificaciones pertenecientes a la sección 3.4.1 Proceso de Diseño centrado en el humano (HCD), revisando desde la actividad “HCD1.1 Representar a los involucrados”, hasta la actividad “HCD7.8 Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario”, como indica el Anexo 1.

3.3 Se validó si las actividades de la “Empresa X”, cumplían con todos los productos de trabajo de salida pertenecientes a cada actividad evaluada, empezando con el producto de salida S.1.1.1 correspondiente a la actividad “HCD.1.1 Representar a los involucrados”, hasta el producto de salida S.7.8.3, perteneciente a la actividad “HCD7.8 Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario”. Para validar el cumplimiento de los productos de trabajo, generados por los procesos de la “Empresa X”, este análisis se llevó a cabo con el apoyo de evidencia significativa de los productos de trabajo, principalmente de los documentos de planes del proyecto donde se especifica detalladamente sus procesos, involucrados, usuarios, entregables, recursos y toda la información del desarrollo del sistema.

3.4 Al finalizar de validar cada actividad y producto de trabajo de la “Empresa X”, se introdujo en la columna “Calificación” del Anexo 1, las calificaciones por cada actividad HCD evaluada, las cuales corresponden a la escala del 0 al 3 en base a los valores definidos en la Tabla.16 (0: No logrado, 1: Logrado parcialmente, 2: En gran parte logrado y 3: Totalmente logrado), como muestra a continuación la Tabla.26.

Referencia	Procesos y prácticas	Calificación (0-3)
NM.2 Nivel 1 Proceso realizado		

PA.2.1 Integración del enfoque centrado en el usuario		
HCD.1 Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema		
HCD.1.1	Representar a los involucrados	0
HCD.1.2	Recopilar información del mercado	0
HCD.1.3	Definir y planear la estrategia del sistema	1
HCD.1.4	Obtener retroalimentación del mercado	0
HCD.1.5	Analizar las tendencias de los usuarios	0
HCD.1.6	Comunicar la estrategia del sistema a todos los involucrados	2
HCD.2 Planificar y gestionar el proceso de diseño centrado en el humano		
HCD.2.1	Asegurar y fomentar la participación de los involucrados	1
HCD.2.2	Identificar y planear la participación de los usuarios	1
HCD.2.3	Seleccionar pautas, métodos y técnicas centradas en el humano	0
HCD.2.4	Garantizar un enfoque centrado en el humano dentro del equipo del proyecto	0
HCD.2.5	Planear las actividades de diseño centradas en el humano	0
HCD.2.6	Administrar las actividades centradas en el humano	0
HCD.2.7	Promover el enfoque centrado en el humano	0
HCD.2.8	Proporcionar apoyo para el diseño centrado en el humano	0
HCD.3 Comprender y especificar el contexto de uso		
HCD.3.1	Identificar y documentar las tareas del usuario	3
HCD.3.2	Identificar y documentar atributos y características significantes de usuarios	1
HCD.3.3	Identificar y documentar el entorno organizacional	1
HCD.3.4	Identificar y documentar el entorno técnico	1
HCD.3.5	Identificar y documentar el entorno físico	1
HCD.4 Especificar los requisitos de usuario y de la Organización		
HCD.4.1	Identificar y documentar las necesidades de los usuarios e involucrados	1
HCD.4.2	Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios	0
HCD.4.3	Identificar y documentar los objetivos del sistema	2
HCD.4.4	Identificar roles de los involucrados	3
HCD.4.5	Evaluar los riesgos para los involucrados	2
HCD.4.6	Definir el uso y la accesibilidad del sistema	1
HCD.4.7	Generar requisitos de usuario y la organización	2
HCD.4.8	Generar un conjunto de objetivos de calidad para el uso del sistema	0
HCD.4.9	Garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad	0
HCD.5 Producir soluciones de diseño		
HCD.5.1	Asignar funciones	3
HCD.5.2	Desarrollar un modelo de tareas	3
HCD.5.3	Analizar opciones de diseño	1
HCD.5.4	Utilizar el conocimiento existente para desarrollar	1

	soluciones de diseño	
HCD.5.5	Especificar el sistema y su uso, prestando especial atención a las consideraciones de usabilidad y accesibilidad.	2
HCD.5.6	Desarrollar prototipos (6.4.3)	3
HCD.5.7	Desarrollar la capacitación a usuarios	2
HCD.5.8	Desarrollar el soporte a usuarios	2
HCD.6 Evaluar el diseño frente a los requisitos		
HCD.6.1	Especificar y validar el contexto de evaluación	0
HCD.6.2	Evaluar los primeros prototipos para definir los requerimientos para el sistema	0
HCD.6.3	Evaluar los prototipos con usuarios que tengan características que representen al grupo de usuarios objetivo para mejorar el diseño (5.3.4)	0
HCD.6.4	Evaluar el sistema para comprobar que se han cumplido los requerimientos de los usuarios y de la organización	1
HCD.6.5	Evaluar el sistema para comprobar que la práctica requerida se ha seguido	0
HCD.6.6	Evaluar el sistema en uso, a fin de asegurar que se continúa satisfaciendo las necesidades de la organización y de los usuarios.	0
HCD.6.7	Modificar las soluciones de diseño en base a las evaluaciones centradas en el usuario y la retroalimentación	1
HCD.6.8	Comunicar la solución de diseño a los responsables de la implementación	2
HCD.7 Introducir e implementar el sistema		
HCD.7.1	Implementar la gestión del cambio	2
HCD.7.2	Determinar el impacto sobre la organización y los involucrados	0
HCD.7.3	Personalizar el diseño	0
HCD.7.4	Dar capacitación a usuarios	2
HCD.7.5	Dar soporte a usuarios	2
HCD.7.6	Asegurar la conformidad con la legislación ergonómica del lugar de trabajo	0
HCD.7.7	Dar seguimiento de la evaluación a largo plazo	0
HCD.7.8	Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario	0
AP.2.1.1	La estrategia del sistema incluye la participación de usuarios e involucrados en todo el ciclo de vida	1.8
AP.2.1.2	La integración de requerimientos de usuario y organizacionales en el proceso	3
Promedio calificación del Nivel 1		1
NM3 Nivel 2: Proceso Gestionado		
PA.3.1 Atributo de gestión del enfoque centrado en el usuario		
AP.3.1.1	La gestión de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad necesarias.	

AP.3.1.2	La gestión de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario	
Promedio calificación del Nivel 2		
NM.4 Nivel 3: Proceso Establecido		
PA.4.1 Atributo de implantación del enfoque centrado en el usuario		
AP.4.1.1	El cumplimiento de las políticas de calidad y diseño centrado en el humano	
AP.4.1.2	El cumplimiento del sistema con los requerimientos de usuarios e involucrados.	
Promedio calificación del Nivel 3		
NM.5 Nivel 4: Proceso Predecible		
PA.5.1 Atributo de rendimiento del enfoque centrado en el usuario		
AP.5.1.1	Las prácticas de diseño centrado en el humano cumplen con los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del proceso.	
AP.5.1.2	El rendimiento de las prácticas del proceso de diseño centrado en el humano.	
Promedio calificación del Nivel 4		
NM.6 Nivel 5: Proceso Optimizado		
PA.6.1 Atributo de optimización del enfoque centrado en el usuario		
AP.6.1.1	La satisfacción de usuarios e involucrados con el sistema a largo plazo	
AP.6.1.2	La satisfacción de usuarios e involucrados con los servicios de apoyo y soporte del sistema.	
Promedio calificación del Nivel 5		

Tabla 26 Resultados de aplicación del modelo

3.5 Para asignar las calificaciones a los productos de trabajo y actividades del proceso de la “Empresa X” se tomó de base los siguientes criterios:

- **0: No logrado.** Si no se encuentra ninguna evidencia significativa que demuestre la inclusión en el proceso de la “Empresa X” de la práctica.
- **1: Logrado parcialmente.** Si se encuentra evidencia de que se realiza la práctica en el proceso de la “Empresa X” sin embargo esta práctica no genera ningún producto de trabajo.
- **2: En gran parte logrado.** Se encuentra evidencia significativa de que se realiza la práctica usando y generando algunos de los productos de trabajo especificados por el modelo MODECUA, sin embargo no se usan y generan todos los productos de trabajo especificados y tampoco se lleva a cabo el proceso de la “Empresa X” en base a lo especificado.
- **3: Totalmente logrado.** Se encuentra suficiente y significativa evidencia de que se realiza la práctica usando y generando todos los productos de trabajo

especificados por el modelo MODECUA llevándose a cabo el proceso de la “Empresa X” en base a lo especificado.

3.7 Una vez asignadas todas las calificaciones, correspondientes a cada actividad, se continuó con la evaluación del Nivel 1, evaluando el cumplimiento de las prácticas de los atributos: “AP.2.1.1 La estrategia del sistema incluye la participación de usuarios e involucrados en todo el ciclo de vida” y “AP.2.1.2 La integración de requerimientos de usuario y organizacionales en el proceso”.

3.8 Para evaluar el cumplimiento de la práctica AP.2.1.1, se tomó de base, las especificaciones de la sección 3.4.2, correspondientes a esta práctica, las cuales contienen los requisitos que debe cumplir la estrategia del sistema, por lo que se utilizó el producto de trabajo de la “Empresa X”: “*Visión del proyecto*”, debido a que es el documento que incluye la estrategia del sistema a desarrollar, con el objetivo de comprobar si este producto de trabajo, cumple con los requisitos correspondientes de la práctica.

3.9 Al terminar el análisis del producto de trabajo de la Empresa X, se introdujo la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual escribirá en la columna “*Calificación*” del Anexo 1.

3.10 Para asignar la calificación a esta práctica, se tomó de base los siguientes criterios:

- Se asignará la calificación máxima (3) a esta práctica, si la estrategia del sistema cumple con todos los requisitos (**RP.2.1.1.1** al **RP.2.1.1.5**).
- En caso contrario que incumpla con algún requisito, se aplicará una regla de 3 para asignar la calificación correspondiente a esta práctica.

Aplicación de los criterios

Debido a que la estrategia del sistema no cumple con los requisitos: “**RP.2.1.1.4** La especificación de los recursos necesarios para alcanzar la estrategia del sistema”, y “**RP.2.1.1.5** La identificación de riesgos, que podrían impedir alcanzar la estrategia del sistema”, se aplicó la siguiente regla de 3:

# Requisitos	Calificación
5	3
3	X

Sustituyendo: $\frac{3 \times 3}{5} = 1.8$

Como son 5 requisitos, el cumplimiento de todos corresponde a la calificación máxima que es 3, sin embargo la estrategia del sistema incluida en el producto de trabajo “*Visión del proyecto*” de la “Empresa X”, no incluye 2, por lo que el valor correspondiente a esta práctica es: 1.8, la cual se asignó a la columna “*Calificación*” correspondiente a esta práctica.

3.11 Para evaluar el cumplimiento de la práctica AP.2.1.2, se tomó de base, las especificaciones de la sección 3.4.2, correspondientes a esta práctica, las cuales

contienen las especificaciones que debe cumplir, los requerimientos de usuarios y organizacionales por lo que se utilizó el producto de trabajo de la “Empresa X”: “*Visión del proyecto*”, debido a que es el documento que incluye los requerimientos del sistema especificados por los usuarios y la Organización, así como especifica los criterios de aceptación, con el objetivo de comprobar si este producto de trabajo, cumple con los requisitos correspondientes de la práctica.

3.12 Al terminar el análisis del producto de trabajo de la Empresa X, se introdujo la calificación correspondiente a esta práctica, de acuerdo a la escala de calificación definida en la Tabla.16, la cual escribirá en la columna “*Calificación*” del Anexo 1.

3.13 Para asignar la calificación a esta práctica, se tomó de base los siguientes criterios:

- Se asignará la calificación máxima (3) a esta práctica, si la especificación de los requerimientos de usuarios y organizacionales cumplen con todos los requisitos (**RP.2.1.2.1** al **RP.2.1.2.10**)
- En caso contrario que incumpla con algún requisito, se aplicará una regla de 3 para asignar la calificación correspondiente a esta práctica.

Aplicación de los criterios

Debido a que los requerimientos de usuarios y organizacionales cumplen con todos los requisitos: **RP.2.1.2.1** Ser especificados en lenguaje natural, **RP.2.1.2.2** Ser expresados de forma individual, **RP.2.1.2.3** Ser organizados de forma jerárquica (a distintos niveles de detalle), **RP.2.1.2.4** Ser enumerados en orden de prioridad, para facilitar su gestión, **RP.2.1.2.5** Ser claros y concretos, evitando imprecisiones y ambigüedades, **RP.2.1.2.6** Ser concisos y sin figuras retóricas, **RP.2.1.2.7** Ser completos y consistentes, **RP.2.1.2.8** Especificar lo que se espera que haga el sistema, **RP.2.1.2.9** Justificar la causa por la cual es requerido y quien lo requiere y **RP.2.1.2.10** Especificar los criterios de aceptación que sean aplicables, por lo que el valor correspondiente a esta práctica es: **3**, siendo la calificación máxima, la cual se asignó a la columna “*Calificación*” correspondiente a esta práctica.

3.14 Al obtener la calificación de todas las prácticas correspondientes al Nivel 1, se calculó, la media de este atributo del proceso, la cual se calculó sumando todas las calificaciones obtenidas por cada actividad HCD y práctica de los atributos del proceso (AP), dividiendo la suma resultante, entre el total de actividades y prácticas evaluadas, como se muestra a continuación:

$$\begin{array}{lcl} \Sigma \text{ calificaciones: } & 54.8 & = 1.01 \\ \# \text{ prácticas: } & 54 & \end{array}$$

3.15 Seguidamente se registró la media resultante =1, en la fila correspondiente a “*Promedio calificación del Nivel I*”.

3.16 De acuerdo al resultado de la media calculada, se asignó el valor correspondiente al atributo del proceso evaluado, como se define en la Tabla.17. Debido a que la media resultante es = 1, el atributo del proceso se encuentra dentro

del rango definido entre 0.5 a 1, por lo cual la calificación correspondiente del atributo del proceso es: **P**: Hay algunas pruebas de un acercamiento a algunos logros del atributo definido en el proceso evaluado. Algunos aspectos de los logros del atributo, pueden ser impredecibles.

3.17 Basado en este valor obtenido (**P**) se consultó la Tabla.15, donde se especifica que valores se deben obtener para alcanzar cada nivel de madurez, por lo que se concluyó que esta calificación no es suficiente para el logro del Nivel 1 de madurez debido a que la calificación total, debió estar entre la escala: ≥ 1.5 a ≤ 3 cuyos valores corresponden a **L**:En gran parte logrado o **F**: Logrado totalmente.

3.18 Finalmente, debido a que el proceso de la “Empresa X”, no alcanzó el Nivel de madurez 1, no se continuó con la evaluación del siguiente nivel (Nivel 2), ya que para evaluar el nivel siguiente, se tiene que alcanzar previamente el nivel anterior, como indica la Tabla.15. Es importante mencionar que tampoco se aplicó las evaluaciones cualitativa y cuantitativa propuestas en este trabajo, ya que se requieren aplicar previamente las directrices de Usabilidad y Accesibilidad especificadas por el modelo MODECUA, así como realizar estas evaluaciones durante la aplicación de las pruebas de la interacción del usuario con el sistema, las cuales no han sido incluidas aún, en el proceso de la “Empresa X”.

Capítulo 5: Conclusiones y Trabajo futuro

En este capítulo, se presentan las conclusiones más importantes, así como las aportaciones principales y las líneas de continuidad futuras propuestas para dar seguimiento y ampliación al tema de investigación tratado en el presente trabajo. En la sección 5.1, se describen las conclusiones principales, en la sección 5.2 se describen las principales aportaciones del trabajo y finalmente en la sección 5.3 se plantean las líneas de continuidad futuras.

5.1 Conclusiones principales

En este trabajo se ha presentado un análisis exhaustivo de modelos de madurez existentes, así como una comparativa de los modelos encontrados con la intención de utilizar el conocimiento existente como base del desarrollo de una propuesta nueva de modelo de madurez para procesos centrados en Usabilidad y Accesibilidad.

La aportación principal de este trabajo consiste, en la propuesta de Modelo para la Determinación de la Capacidad de Mejora de procesos centrados en la Usabilidad y la Accesibilidad (MODECUA). Está propuesta, se desarrolla a partir de la integración de cuatro estándares Internacionales: ISO 9241-210, ISO 18529, ISO 9241-20, e ISO 15504 así como la definición de nuevas prácticas, productos de trabajo, atributos de proceso, prácticas de gestión, métricas y atributos para evaluación del modelo.

En concreto, el modelo MODECUA integra 153 aportaciones al proceso de Diseño centrado en el Humano, correspondientes a 25 aportaciones derivadas de la integración de nuevas actividades, actividades modificadas y actividades adecuadas, así como a la generación de 128 productos de trabajo de entrada y salida. Así mismo, el modelo propuesto, incluye 80 aportaciones, correspondientes al desarrollo de la escala de capacidad U+A SPICE, las cuales se detallan a continuación:

1. La integración al modelo, de 8 nuevas actividades: **HCD.1.6** Comunicar la estrategia del sistema a todos los involucrados basada en ISO15504-7, **HCD.4.1** Identificar y documentar las necesidades de los usuarios e involucrados basada en la normativa ISO 9241-210, **HCD.4.2** Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios basada en ISO 9241-20, **HCD.4.9** Garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad basada ISO 9241-210, **HCD.6.7** Modificar las soluciones de diseño en base a las evaluaciones centradas en el usuario y la retroalimentación basada en ISO 9241-210, **HCD.6.8** Comunicar la solución de diseño a los responsables de la implementación basada en ISO 9241-210, **HCD.7.7** Dar seguimiento de la evaluación a largo plazo basada 9241-210 y **HCD7.8** Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño centrado en el usuario basada 9241-210
2. La adecuación correspondiente a 9 actividades: **HCD.2.1** Asegurar y fomentar la participación de los involucrados adecuándose a la normativa ISO 9241-210, **HCD.2.3** Seleccionar pautas, métodos y técnicas centradas en el humano

- adecuándose a la normativa ISO 9241-20, **HCD.3.2** Identificar y documentar atributos y características significantes de usuarios adecuándose a la normativa ISO 9241-20, **HCD.4.6** Definir el uso y la accesibilidad del sistema adecuándose a la normativa ISO 9241-20, **HCD.4.7** Generar requisitos de usuario y la organización adecuándose a la normativa ISO 9241-210, **HCD.5.4** Utilizar el conocimiento existente para desarrollar soluciones de diseño adecuándose a la normativa ISO 9241-20, **HCD.5.5** Especificar el sistema y su uso, prestando especial atención a las consideraciones de usabilidad y accesibilidad adecuándose a la normativa ISO 9241-210 e ISO 9241-20, **HCD.5.6** Desarrollar prototipos adecuándose a la normativa ISO 9241-210 y **HCD.6.3** Evaluar los prototipos con usuarios que tengan características que representen al grupo de usuarios objetivo para mejorar el diseño adecuándose a la normativa ISO 9241-20
3. La modificación de nombres de 8 actividades: **HCD.4.3** Identificar y documentar los objetivos del sistema, **HCD.4.4** Identificar roles de los involucrados, **HCD.4.8** Generar un conjunto de objetivos de calidad para el uso del sistema, **HCD.5.2** Desarrollar un modelo de tareas, **HCD.5.3** Analizar opciones de diseño, **HCD.7.1** Implementar la gestión del cambio, **HCD.7.3** Personalizar el diseño y **HCD.7.5** Dar soporte a usuarios.
 4. Además de la integración de 128 nuevos productos de trabajo de entrada y de salida, que fueron generados a partir de la inclusión, adecuación y modificación de actividades.
 5. Así como, se creó la escala de capacidad U+A SPICE, basada en la normativa ISO 15504, integrando 5 atributos del proceso basados en Usabilidad y Accesibilidad: **PA2.1** Atributo de integración del enfoque centrado en el usuario, **PA.3.1** Atributo de gestión del enfoque centrado en el usuario, **PA.4.1** Atributo de implantación del enfoque centrado en el usuario, **PA.5.1** Atributo de rendimiento del enfoque centrado en el usuario y **PA.6.1** Atributo de optimización del enfoque centrado en el usuario.
 6. Para finalizar, se incluyó a la escala de capacidad, 10 prácticas nuevas centradas en Usabilidad y Accesibilidad, pertenecientes a los atributos del proceso integrados.
 7. Finalmente, se generó 65 requisitos correspondientes a las nuevas prácticas y atributos incluidos a la escala de capacidad U+A SPICE.

El análisis de los modelos de madurez existentes demostró el cumplimiento de las hipótesis de partida **H₁** y **H₂** debido a que se comprobó que no existe un modelo de madurez que integre al mismo tiempo la Usabilidad y Accesibilidad, ya que los modelos de madurez existentes están centrados únicamente en algunos atributos de Usabilidad y sólo uno se centró en algunos atributos de Accesibilidad, debido a que actualmente existe una gran variedad de herramientas automatizadas que validan aspectos concretos de la accesibilidad Web, olvidando la importancia que tiene la inclusión y validación de aspectos de accesibilidad de un sistema interactivo.

El modelo de madurez MODECUA, se desarrolló con el objetivo de proveer un modelo que ayude a las Organizaciones que carecen de un proceso centrado en el usuario a adoptar un modelo de procesos basado en las buenas prácticas, principios, técnicas y directrices de Usabilidad y Accesibilidad, con el objetivo de mejorar sus procesos de desarrollo de

software y al mismo tiempo incrementar la calidad de sus productos, los cuales con la inclusión del modelo estarán enfocados a satisfacer las necesidades de Usabilidad y Accesibilidad de los usuarios finales. La validación del caso de estudio demostró la viabilidad del uso y aplicación del modelo, lo que comprobó el cumplimiento de la hipótesis H_3 . Por lo tanto el modelo de madurez MODECUA, representa una opción viable que ofrece las siguientes ventajas competitivas con respecto a otros modelos de madurez existentes:

- a) Es un modelo de madurez formal debido a que se basa en estándares Internacionales completamente aceptados y reconocidos así como en directrices, normas y técnicas de Usabilidad y Accesibilidad completamente aceptadas y extendidas.
- b) Es un modelo detallado y descriptivo, el cual explica paso por paso lo que tiene que hacer el evaluador, desarrollador o cualquier usuario del modelo para incluir los procesos y prácticas así como expone un caso de uso práctico que detalla como aplicar la evaluación del modelo.
- c) Provee varias alternativas de evaluación, no sólo ofrece la evaluación de la madurez de los procesos, sino que también propone técnicas de evaluación cualitativa y cuantitativa, que permiten evaluar la calidad y uso de los sistemas, agregando gran valor a la propuesta. Estas evaluaciones están relacionadas estrechamente, debido a que la evaluación cualitativa del cumplimiento del modelo, valida la integración del enfoque centrado en la Usabilidad y Accesibilidad, a través del cumplimiento de las prácticas del modelo, mientras que la evaluación cualitativa garantiza que el sistema cumpla con las directrices de Usabilidad y Accesibilidad y finalmente la evaluación cuantitativa asegura que el sistema centrado en la Usabilidad y Accesibilidad alcance la calidad de uso necesaria. Además la relación de estas evaluaciones se incrementa, debido a que la escala de capacidad U+A SPICE integra en el nivel de madurez 4, como requisito indispensable para alcanzar este nivel, el cumplimiento tanto de la evaluación de cumplimiento de directrices de Usabilidad y Accesibilidad, como el cumplimiento de la evaluación cuantitativa, fortaleciendo aún más esta relación.
- d) Describe la metodología detallada para implementar las diferentes técnicas de usabilidad y accesibilidad, así como da recomendaciones de cómo y en qué momento utilizarlas dentro de las diferentes etapas del proceso de desarrollo de software.

En cuanto a la validación del modelo, se planteó un caso de estudio de una Empresa real, en el que se pudo observar que la Empresa, a pesar de tener más de veinte años desarrollando e implementando soluciones de software, carece completamente de la integración de un proceso centrado en el usuario que garantice el uso y la satisfacción de sus productos. Derivado de esto, se demuestra la importancia de la presente investigación debido a que se requiere con urgencia un modelo de madurez formalizado, aceptado y extendido centrado en la Usabilidad y Accesibilidad, que no solamente sugiera, recomiende e intente medir el grado de adopción de la Usabilidad y Accesibilidad en la Organización, sino que

especifique mejores prácticas para su cumplimiento, que permita alcanzar la madurez esperada en los procesos de desarrollo de software centrados en el usuario.

Finalmente, el modelo de madurez MODECUA, es una opción viable para las Organizaciones que requieran centrar sus procesos en el usuario así como integrar buenas prácticas de Usabilidad y Accesibilidad, ya que al mejorar sus procesos se garantiza la mejora significativa de la calidad de sus productos y por lo tanto la satisfacción de sus clientes.

5.2 Líneas de continuidad futuras

El trabajo realizado brinda la oportunidad de poder desarrollar líneas futuras que le den continuidad y amplitud al tema investigado, las cuales son:

- a) Ampliar la aplicación del modelo a más casos de estudio, ya que con ello se perfeccionaría y mejoraría el modelo, así como se podría comprobar en mayor medida su viabilidad.
- b) Aplicar las técnicas cuantitativas y cualitativas descritas en el presente trabajo durante la aplicación de técnicas y métodos de evaluación de Usabilidad y Accesibilidad con el objetivo de demostrar su aplicabilidad e implementar mejoras.
- c) Ampliar el alcance del modelo considerando directrices específicas de ergonomía para diseño y desarrollo de sistemas que no incluyeron debido a que la presente propuesta se centró en la Usabilidad y Accesibilidad, pero es importante incluir pautas específicas de ergonomía para mejorar la calidad de los sistemas así como para integrarlas, medirlas y gestionarlas como parte del modelo propuesto en el proceso de desarrollo de software.
- d) Desarrollar una herramienta de ayuda al auditor basada en el modelo propuesto para sistematizar la evaluación y determinar el nivel de madurez de los procesos centrados en el usuario, ayudando al buen uso de las técnicas y directrices centradas en el usuario propuestas.

Bibliografía

1. Humphrey W. S., Managing the Software Process, Addison-Wesley 1989.
2. Hurtado A.M., Pardo C., Collazos C., Pino F. J., Integrating Usability and Accessibility Techniques in Software Development Process for MyPiMEs, Journal Advances in Systems and Informatics 2007.
3. Granollers T., Lorés J., Cañas J., Diseño de Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario, UOC 2005.
4. International Standard ISO/IEC 15504-2. Software engineering Part 2: Performing an assessment, ISO/IEC, 2003.
5. International Standard ISO/IEC TR 15504- 7. Information technology Part 7: Assessment of organizational maturity, ISO/IEC, 2008.
6. International Standard ISO 9241-210. Ergonomics of Human-System Interaction – Part 210: Human- Centred Design for Interactive Systems, ISO/IEC, 2010.
7. International Standard ISO/TR 18529. Ergonomics of human system interaction- Human-centred lifecycle process descriptions, ISO/IEC, 2000.
8. International Standard ISO 9241-20. Ergonomics of human-system interaction Part 20: Accessibility guidelines for information/communication technology (ICT) equipment and services, ISO/IEC, 2008.
9. Kitchenham B., Procedures for Performing Systematic Reviews, Keele University Technical Report 2004
10. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0, W3C, 2008. <http://www.sidar.org/traduccion/wcag20/es/> Último acceso: 05/09/14.
11. International Standard ISO/IEC TR 9126-4. Software engineering- Product quality- Part 4: Quality in use metrics, ISO/IEC, 2004.
12. International Standard ISO/TR 9241-100. Ergonomics of human-system interaction- Part 100: Introduction to standards related to software ergonomics.
13. Nielsen J., Corporate Usability Maturity, Nielsen Norman Group, 2006. <http://www.nngroup.com/articles/usability-maturity-stages-1-4/> Último acceso: 09/09/14.
14. Earthy J., Usability Maturity Model Processes, Lloyd's Register of Shipping, 1999.
15. Crowston K., Qin J., A capability maturity model for scientific data management, Annual Meeting on Navigating Streams in an Information Ecosystem, 2010.
16. Bamberger J., Essence of the Capability maturity model, IEEE Journals & Magazines, 1997.
17. García A., Moroga M., García F., Development of maturity models: A systematic literature review, Conference on Evaluation & Assessment in Software Engineering International, 2012.
18. Rojas T., Pérez M., The capabilities and maturity model (CMM): a case study, IEEE Conference Publications, 1997
19. Walker A., Enterprise Maturity Models: Have We Lost the Plot?, IEEE Journals & Magazines 2008
20. Van Tyne, S., Corporate UX Maturity: A Model for Organizations. User Experience Magazine, 9(1), 2010.
21. Carraro J., How Mature is Your Organization when it Comes to UX?, UX MAGAZINE article no.1204, 2014.
22. Accessibility Maturity Model, Business Disability Forum, 2013. <http://technologytaskforce.org/accessible-technology-charter/accessibility-maturity-model/> Último acceso: 09/09/14.
23. International Standard ISO 9001. Quality management systems- Requirements, ISO/IEC,

- 2008.
24. De la Villa M., Ruiz M., Ramos I., Modelos de Evaluación y Mejora de Procesos: Análisis Comparativo, ADIS 2004.
 25. Acuña S., Juristo N., Moreno A., Mon A., A Software Process Model Handbook for Incorporating People's Capabilities, Springer 2005.
 26. Kasse T., Practical insight into CMMI, Artech House Publishers, 2004.
 27. Mutafelija B., Stromberg H., Systematic Process Improvement using ISO 9001:2000 and CMMI, Artech House Computing Library, 2003.
 28. Curtis B., Hefley W., Miller S., People Capability Maturity Model (P-CMM) Version 2.0, Carnegie Mellon Software Engineering Institute, 2001.
 29. Granollers T., Lorés J., Esfuerzo de Usabilidad: Un nuevo concepto para medir la usabilidad de un sistema interactivo basada en el Diseño Centrado en el Usuario, Congreso Interacción Persona-Ordenador 2004.
 30. 10 Usability Heuristics for User Interface Design, Nielsen Norman Group, 2006. <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/> Último acceso: 09/09/14.
 31. Informe mundial sobre la discapacidad, Organización Mundial de la Salud, 2011.
 32. Las personas con discapacidad en España Informe Olivenza 2010, Observatorio Estatal de la Discapacidad, 2010.
 33. International Standard ISO/IEC 25010. System and software engineering- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) –System and software quality models, ISO/IEC, 2011.
 34. International Standard ISO 13407. Human-centred design processes for interactive systems, ISO/IEC, 1999.
 35. International Standard ISO/TR 15504-5. Information technology- Software process assessment- Part 5: An assessment model and indicator guidance, ISO/IEC, 1999.
 36. Hom J., The Usability Methods Toolbox Handbook, 1998. <http://usability.jameshom.com/> Último acceso: 14/09/14.
 37. Young, R., Harmony, S., Working with faculty to design undergraduate information literacy programs: a how-to-do-it manual for librarians, Neal Schuman Publishers, 1999.
 38. Matus G., Molina, F., Metodología cualitativa: Un aporte de la Sociología para investigar Bibliotecología, Universidad de Playa Ancha, 2006.
 39. Herramientas para la revisión y reparación de la accesibilidad, Fundación SIDAR, 2007. <http://www.sidar.org/recur/revisa/herra/index.php#valicss> Último acceso: 14/09/14.
 40. Doran G., There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives, Management Review, 1981.
 41. Lund A., Measuring Usability with the USE Questionnaire, 2001. http://www.stcsig.org/usability/newsletter/0110_measuring_with_use.html Último acceso: 24/09/14.
 42. Kruchten P., The Rational Unified Process: An Introduction, Pearson Education, Inc, 2004.
 43. Ferré, X., Tesis Doctoral: "Marco de Integración de la Usabilidad en el Proceso de Desarrollo de Software", 2005.

Anexo1

Formulario de Registro de Evaluación

Referencia	Procesos y prácticas	Calificación (0-3)
NM.2 Nivel 1 Proceso realizado		
PA.2.1 Integración del enfoque centrado en el usuario		
HCD.1 Asegurar que el contenido HCD este en la estrategia del sistema		
HCD.1.1	Representar a los involucrados	
HCD.1.2	Recopilar información del mercado	
HCD.1.3	Definir y planear la estrategia del sistema	
HCD.1.4	Obtener retroalimentación del mercado	
HCD.1.5	Analizar las tendencias de los usuarios	
HCD.1.6	Comunicar la estrategia del sistema a todos los involucrados	
HCD.2 Planificar y gestionar el proceso de diseño centrado en el humano		
HCD.2.1	Asegurar y fomentar la participación de los involucrados	
HCD.2.2	Identificar y planear la participación de los usuarios	
HCD.2.3	Seleccionar pautas, métodos y técnicas centradas en el humano	
HCD.2.4	Garantizar un enfoque centrado en el humano dentro del equipo del proyecto	
HCD.2.5	Planear las actividades de diseño centradas en el humano	
HCD.2.6	Administrar las actividades centradas en el humano	
HCD.2.7	Promover el enfoque centrado en el humano	
HCD.2.8	Proporcionar apoyo para el diseño centrado en el humano	
HCD.3 Comprender y especificar el contexto de uso		
HCD.3.1	Identificar y documentar las tareas del usuario	
HCD.3.2	Identificar y documentar atributos y características significantes de usuarios	
HCD.3.3	Identificar y documentar el entorno organizacional	
HCD.3.4	Identificar y documentar el entorno técnico	
HCD.3.5	Identificar y documentar el entorno físico	
HCD.4 Especificar los requisitos de usuario y de la Organización		
HCD.4.1	Identificar y documentar las necesidades de los usuarios e involucrados	
HCD.4.2	Identificar y especificar las necesidades de accesibilidad de los usuarios	
HCD.4.3	Identificar y documentar los objetivos del sistema	
HCD.4.4	Identificar roles de los involucrados	
HCD.4.5	Evaluar los riesgos para los involucrados	
HCD.4.6	Definir el uso y la accesibilidad del sistema	
HCD.4.7	Generar requisitos de usuario y la organización	

HCD.4.8	Generar un conjunto de objetivos de calidad para el uso del sistema	
HCD.4.9	Garantizar el cumplimiento de los objetivos de calidad	
HCD.5 Producir soluciones de diseño		
HCD.5.1	Asignar funciones	
HCD.5.2	Desarrollar un modelo de tareas	
HCD.5.3	Analizar opciones de diseño	
HCD.5.4	Utilizar el conocimiento existente para desarrollar soluciones de diseño	
HCD.5.5	Especificar el sistema y su uso, prestando especial atención a las consideraciones de usabilidad y accesibilidad.	
HCD.5.6	Desarrollar prototipos (6.4.3)	
HCD.5.7	Desarrollar la capacitación a usuarios	
HCD.5.8	Desarrollar el soporte a usuarios	
HCD.6 Evaluar el diseño frente a los requisitos		
HCD.6.1	Especificar y validar el contexto de evaluación	
HCD.6.2	Evaluar los primeros prototipos para definir los requerimientos para el sistema	
HCD.6.3	Evaluar los prototipos con usuarios que tengan características que representen al grupo de usuarios objetivo para mejorar el diseño (5.3.4)	
HCD.6.4	Evaluar el sistema para comprobar que se han cumplido los requerimientos de los usuarios y de la organización	
HCD.6.5	Evaluar el sistema para comprobar que la práctica requerida se ha seguido	
HCD.6.6	Evaluar el sistema en uso, a fin de asegurar que se continúa satisfaciendo las necesidades de la organización y de los usuarios.	
HCD.6.7	Modificar las soluciones de diseño en base a las evaluaciones centradas en el usuario y la retroalimentación	
HCD.6.8	Comunicar la solución de diseño a los responsables de la implementación	
HCD.7 Introducir e implementar el sistema		
HCD.7.1	Implementar la gestión del cambio	
HCD.7.2	Determinar el impacto sobre la organización y los involucrados	
HCD.7.3	Personalizar el diseño	
HCD.7.4	Dar capacitación a usuarios	
HCD.7.5	Dar soporte a usuarios	
HCD.7.6	Asegurar la conformidad con la legislación ergonómica del lugar de trabajo	
HCD.7.7	Dar seguimiento de la evaluación a largo plazo	
HCD.7.8	Fomentar y garantizar la sostenibilidad y el diseño	

	centrado en el usuario	
AP.2.1.1	La estrategia del sistema incluye la participación de usuarios e involucrados en todo el ciclo de vida	
AP.2.1.2	La integración de requerimientos de usuario y organizacionales en el proceso	
Promedio calificación del Nivel 1		
NM.3 Nivel 2: Proceso Gestionado		
PA.3.1 Atributo de gestión del enfoque centrado en el usuario		
AP.3.1.1	La gestión de directrices de calidad, usabilidad y accesibilidad necesarias.	
AP.3.1.2	La gestión de métodos y técnicas de evaluación centradas en el usuario	
Promedio calificación del Nivel 2		
NM.4 Nivel 3: Proceso Establecido		
PA.4.1 Atributo de implantación del enfoque centrado en el usuario		
AP.4.1.1	El cumplimiento de las políticas de calidad y diseño centrado en el humano	
AP.4.1.2	El cumplimiento del sistema con los requerimientos de usuarios e involucrados.	
Promedio calificación del Nivel 3		
NM.5 Nivel 4: Proceso Predecible		
PA.5.1 Atributo de rendimiento del enfoque centrado en el usuario		
AP.5.1.1	Las prácticas de diseño centrado en el humano cumplen con los objetivos de calidad, usabilidad y accesibilidad del proceso.	
AP.5.1.2	El rendimiento de las prácticas del proceso de diseño centrado en el humano.	
Promedio calificación del Nivel 4		
NM6. Nivel 5: Proceso Optimizado		
PA.6.1 Atributo de optimización del enfoque centrado en el usuario		
AP.6.1.1	La satisfacción de usuarios e involucrados con el sistema a largo plazo	
AP.6.1.2	La satisfacción de usuarios e involucrados con los servicios de apoyo y soporte del sistema.	
Promedio calificación del Nivel 5		

Anexo 2

Guía de evaluación Usabilidad y Accesibilidad

Usabilidad

1. ¿El usuario logra identificar con facilidad los cambios en las operaciones que se ejecutan en el sistema? (Correspondencia con el Atributo: Sintetizable)
2. ¿Cuál es el nivel de familiaridad del usuario con el uso de la tecnología? (Correspondencia con el Atributo: Familiaridad)
3. ¿Cuál es el nivel de familiaridad del usuario con la funcionalidad del sistema, respecto al uso con sistemas con la misma o similar funcionalidad? (Correspondencia con el Atributo: Familiaridad)
4. ¿El sistema permite al usuario volver a la página de Inicio desde cualquier sección? (Correspondencia con el Atributo: Flexibilidad)
5. ¿El sistema permite al usuario eliminar, modificar y guardar cambios? (Correspondencia con el Atributo: Flexibilidad)
6. ¿El sistema permite al usuario salir del sistema en cualquier momento? (Correspondencia con el Atributo: Flexibilidad)
7. ¿El sistema permite al usuario ejecutar todas sus tareas con éxito? (Correspondencia con el Atributo: Robustez)
8. ¿El sistema permite al usuario deshacer la acción actual y recuperar acciones anteriores? (Correspondencia con el Atributo: Recuperabilidad)
9. ¿Cuál es el tiempo promedio en que tarda el sistema en responder a las tareas del usuario? (Correspondencia con el Atributo: Tiempo de respuesta)
a) $\leq 0,1$ segundos b) $\leq 1,0$ segundos c) ≤ 10 segundos d) >10 segundos
10. ¿El sistema se adapta a las preferencias y necesidades de usuario? (Correspondencia con el Atributo: Adaptación de las tareas).
11. ¿El sistema se adapta al idioma del usuario? (Correspondencia con el Atributo: Disminución de la carga cognitiva).
12. ¿El usuario comprende fácilmente todas las funcionalidades del sistema? (Correspondencia con el Atributo: Disminución de la carga cognitiva).

Accesibilidad

13. ¿El sistema proporciona al usuario la descripción de todas sus acciones, funcionalidades y resultados en formato accesible, a través de texto claro y con la capacidad de ampliación, así como en braille, voz o símbolos, según sus necesidades? (Correspondencia con el Atributo: Alternativas textuales).
14. ¿El sistema proporciona al usuario el contenido en diferentes formatos, como en formato audio, video, subtítulos, lenguaje en señas, según sus necesidades? (Correspondencia con el Atributo: Medios tiempo dependientes).
15. ¿El sistema permite al usuario visualizar el contenido con una disposición más simple y con diferente secuencia de estructura, sin afectar su significado? (Correspondencia con el Atributo: Contenido).

16. ¿El sistema permite al usuario ver y oír el contenido, según sus preferencias? (Correspondencia con el Atributo: Contenido)
17. ¿El sistema proporciona al usuario contenido relevante y de utilidad? (Correspondencia con el Atributo: Contenido)
18. ¿El sistema permite al usuario acceder a toda su funcionalidad a través del teclado? (Correspondencia con el Atributo: Accesible por teclado)
19. ¿El sistema proporciona al usuario el tiempo suficiente para leer y usar el contenido? (Correspondencia con el Atributo: Tiempo ajustable)
20. ¿El sistema proporciona al usuario la capacidad de pausar, detener y ocultar cualquier elemento interactivo e intermitente dentro del sistema, ya sea texto, imágenes, videos o audio? (Correspondencia con el Atributo: Tiempo ajustable)
21. ¿El sistema permite al usuario la capacidad de actualizar automáticamente, pausar, detener, ocultar o programar la actualización de la información? (Correspondencia con el Atributo: Tiempo ajustable).
22. ¿El sistema permite al usuario la capacidad de conservar su información al cerrar o expirar su sesión? (Correspondencia con el Atributo: Tiempo ajustable)
23. ¿El usuario puede navegar con facilidad en todas las áreas del sistema? (Correspondencia con el Atributo: Navegable)
24. ¿El sistema contiene encabezados de página con el nombre de la sección y ubicación en la que se encuentra el usuario? (Correspondencia con el Atributo: Navegable)
25. ¿El usuario logra identificar con facilidad los hipervínculos del sistema? (Correspondencia con el Atributo: Navegable)
26. ¿El usuario logra identificar el propósito de los hipervínculos del sistema? (Correspondencia con el Atributo: Navegable)
27. ¿El sistema no incluye abreviaturas, ni palabras inentendibles o poco legibles para el usuario? (Correspondencia con el Atributo: Legible)
28. ¿Los elementos del sistema mantienen una estructura, orden y apariencia coherente en todas las pantallas? (Correspondencia con el Atributo: Predecible)
29. ¿El usuario logra identificar reconocer los componentes que tienen la misma funcionalidad? (Correspondencia con el Atributo: Predecible)
30. ¿El sistema le comunica al usuario los errores encontrados de la entrada de datos, así como le proporciona sugerencias de corrección adecuadas? (Correspondencia con el Atributo: Entrada de datos asistida)
31. ¿El sistema proporciona al usuario instrucciones claras y precisas para la introducción de datos? (Correspondencia con el Atributo: Entrada de datos asistida)
32. ¿El sistema le proporciona al usuario la ayuda que requiere, para completar sus tareas con éxito? (Correspondencia con el Atributo: Entrada de datos asistida)
33. ¿El usuario puede encontrar fácilmente la ubicación de la ayuda del sistema? (Correspondencia con el Atributo: Entrada de datos asistida)
34. ¿El sistema es compatible con todos los navegadores que usan los usuarios? (Correspondencia con el Atributo: Compatible)
35. ¿El sistema es compatible con los principales sistemas operativos que usan los usuarios? (Correspondencia con el Atributo: Compatible).